ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

ЖУРНАЛЪ,

основанный
зас. проф. П. А. Зиловымъ.

и издаваемый
проф. Г. Г. Де-Метцомъ.

ТОМЪ ВОСЬМОЙ.

1907 г.

Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія журналъ рекомендованъ для фундаментальныхъ и ученическихъ (старшаго возраста) библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ, для фундаментальныхъ библіотекъ женскихъ гимназій и для библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій.

Министерствомъ Торговли и Промышленности журналъ рекомендованъ для фундаментальныхъ библіотекъ коммерческихъ учебныхъ заведеній.

КІЕВЪ.
Типографія С. В. Кульженко, Пушкинская ул., домъ № 4.
1907.

Revue de Physique

JOURNAL SCIENTIFIQUE ET POPULAIRE

Fondée par	dirigée par
M. le Prof. Ziloff.	**M. le Prof. G. De-Metz.**

à Kiew, rue du Théâtre, 3.

Huitième année

1907

La Revue de Physique est recommandée par le Ministère de l'Instruction Publique et par le Ministère du Commerce et de l'Industrie.

СОДЕРЖАНІЕ 8 ТОМА.

Обзоры.

Рѣчи, лекціи и некрологи.

Преподаванiе физики.

Хроника.

Библіографія и рецензіи.

Указатели.

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1907 г. ТОМЪ 8. № 1.

Теорія микроскопа.

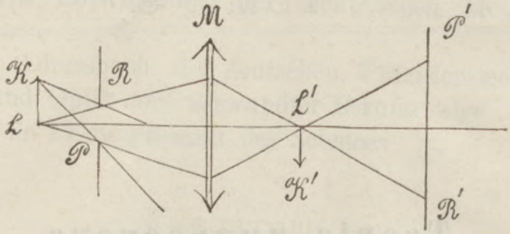
П. А. Зилова.

1. Въ курсахъ физики обыкновенно излагается геометрическая теорія оптическихъ инструментовъ; но можно построить и физическую теорію ихъ. Если для инструментовъ, разсматривающихъ предметы конечнаго протяженія, въ этомъ нѣтъ особенной надобности, то это совершенно необходимо для микроскопа, ибо тамъ разсматриваются предметы, отдѣльныя части которыхъ имѣютъ размѣръ одного порядка съ длиною свѣтовой волны, и потому упрощенное представленіе геометрической оптики о прямолинейномъ распространеніи свѣта неприложимо.

Физическая оптика, какъ основывающая свои сужденія на природѣ свѣта, должна дать больше, чѣмъ геометрическая оптика, законы которой не зависятъ отъ сущности свѣта. Мы уже видѣли (Физ. Обозр. т. 5, стр. 57), что физическая оптика опредѣляетъ разрѣшающую способность оптическихъ инструментовъ и объясняетъ преимущество иммерсіонной системы, т. е. рѣшаетъ вопросы, недоступные для геометрической оптики. Теперь мы не только выяснимъ процессъ образованія изображеній въ микроскопѣ, но найдемъ, что условіе для усиленія отчетливости изображенія, какъ разъ противоположно тому, на которое указываетъ геометрическая оптика: тогда какъ послѣдняя рекомендуетъ для этого пользоваться одними центральными лучами (закрыть объективъ діафрагмою), въ дѣйствительности для этого надо брать объективъ съ возможно большею апертурою.

Излагаемая ниже, такъ называемая, диффракціонная теорія микроскопа была дана Аббе.

2. Пусть PR (фиг. 1) есть отчасти прозрачный, отчасти



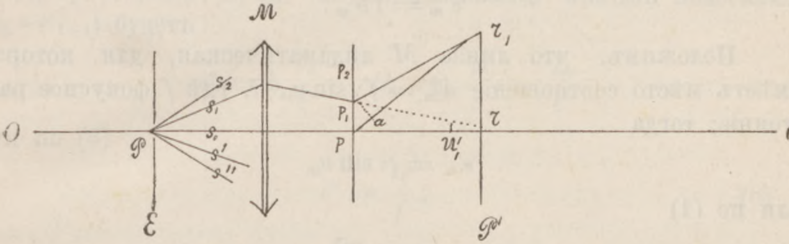
Фиг. 1.

непрозрачный предметъ, а KL—источникъ свѣта, напр. пламя. Чрезъ точку P нашего предмета проходятъ лучи KP, LP, . . . , испускаемые различными точками K, L, . . . источника, и потому между собою не интерферирующіе; они не даютъ того диффракціоннаго явленія, которое служило бы изображеніемъ точки P нашего предмета; напротивъ того лучи LP, LK, . . . , проходящіе чрезъ разныя точки предмета, но испускаемые одною точкою L источника, интерферируютъ; вслѣдствіе этого въ плоскости $L'K'$, сопряженной съ плоскостью LK, получается изображеніе источника; собственно говоря, тутъ происходитъ диффракція: если PR есть круглое отверстіе, то каждая точка источника KL даетъ въ плоскости $K'L'$ малый кружокъ съ кольцами. Такимъ образомъ изображеніе свѣтящаго предмета всегда можно построить. Но это изображеніе имѣетъ малый интересъ, когда вопросъ состоитъ въ построеніи изображенія предмета PR; тогда надо найти распредѣленіе свѣта въ плоскости $P'R'$, сопряженной съ плоскостью PR.

На линзу M падаетъ только тотъ свѣтъ, который выходитъ изъ источника и который ограниченъ прозрачнымъ предметомъ, какъ отверстіемъ; лучи, дающіе изображеніе $K'L'$ источника, должны—при своемъ дальнѣйшемъ распространеніи—давать то или другое распредѣленіе свѣта въ плоскости $P'R'$. Тогда какъ распредѣленіе свѣта въ $K'L'$ обусловливается интерференціею элементарныхъ волнъ, выходящихъ изъ KL, элементарныя волны, выходящія изъ точекъ $K'L'$, обусловливаютъ распредѣленіе свѣта въ плоскости $P'R'$. Такимъ образомъ изображеніе освѣщеннаго

предмета является въ $P'K'$ *вторичнымъ* по отношенію къ *первичному* изображенію $K'L'$ источника.

Для простоты разсужденій представимъ себѣ, что въ качествѣ разсматриваемаго предмета взята диффракціонная рѣшетка P (фиг. 2), которая освѣщается нормальными лучами. По



Фиг. 2.

другую сторону рѣшетки имѣется рядъ диффрактированныхъ пучковъ параллельныхъ лучей s_0, s_1, $s_2, \ldots$, наклоненныхъ къ оси OO' подъ углами u_m, опредѣляемыми уравненіемъ

$$\sin u_m = \frac{m\lambda}{\nu e}, \tag{1}$$

гдѣ m—порядокъ диффрактированнаго пучка, e—величина элемента рѣшетки, ν—показатель преломленія среды, въ которую лучи выходятъ изъ рѣшетки, и λ—длина волны этихъ лучей въ воздухѣ.

Пройдя линзу M, эти лучи даютъ въ фокусной плоскости рядъ диффракціонныхъ изображеній p, p_1, $p_2, \ldots$ щели, изъ которой выходятъ освѣщающіе лучи; яркость этихъ изображеній быстро убываетъ съ возрастаніемъ порядка послѣднихъ; если яркость нулевого (центральнаго) изображенія принять за единицу, то яркости изображеній 1-го, 2-го, . . порядковъ будутъ 1/20, 1/50, . . . ; если падающіе лучи бѣлые, то въ p_1, $p_2, \ldots$ получаются диффракціонные спектры.

Каждое изъ этихъ диффракціонныхъ изображеній можно считать источникомъ свѣта, посылающимъ далѣе свѣтовыя волны. Такимъ образомъ въ плоскости P', которая сопряжена съ P, эти волны даютъ изображенія r, r_1, $r_2, \ldots$ диффракціонныхъ полосъ p, p_1, $p_2, \ldots$ Пусть лучи p_1r, $p_2r, \ldots$ наклонены подъ углами u_1', $u_2', \ldots$ къ оси OO'. Изъ треугольника p_1rp видно, что

$$pp_1 = pr.\,\mathrm{tg}u_1';$$

вообще, называя e'_m разстояніе полосы p_m отъ p и полагая $pr = l$, имѣемъ

$$e'_m = l \operatorname{tg} u'_m$$

или, такъ какъ углы u'_m очень малы,

$$e'_m = l u'_m .$$

Положимъ, что линза M апланатическая, для которой имѣетъ мѣсто соотношеніе $u'_m = f \nu \sin u_m / l$, гдѣ f фокусное разстояніе; тогда

$$e'_m = f \nu \sin u_m$$

или по (1)

$$e'_m = f \frac{m\lambda}{e} \tag{2}$$

Слѣд. диффракціонныя полоски $p, p_1, p_2, \ldots$ отстоятъ другъ отъ друга въ разстояніи, зависящемъ отъ длины волны:

$$e' = f \frac{\lambda}{e} \tag{3}$$

Разсмотримъ теперь результатъ интерференціи лучей въ точкахъ плоскости P'. Пусть лучи, исходящіе изъ $p, p_1, p_2, \ldots$, сходятся въ точкѣ r_1. Опредѣлимъ разность путей двухъ лучей $p r_1$ и $p_1 r_1$; для этого изъ p_1 опустимъ перпендикуляръ $p_1 a$ на $p r_1$; тогда изъ подобія треугольниковъ $p_1 r_1 a$ и $r p r_1$ имѣемъ

$$\frac{pa}{pp_1} = \frac{rr_1}{pr_1};$$

если примемъ $p r_1 = p r = l$ (что не составитъ большой ошибки) и $r r_1$ назовемъ e'', то разность путей нашихъ лучей δ $(= p a)$ опредѣлится такъ:

$$\delta = \frac{e' e''}{l} \tag{4}$$

или, приравнивая эту разность путей цѣлому числу полуволнъ,

$$\frac{e' e''}{l} = k \frac{\lambda}{2} . \tag{5}$$

Если k равно четному числу, то лучи двухъ смежныхъ по-

лосокъ взаимно усиливаются; поэтому, полагая $k = 0, 2, 4, \ldots$, находимъ на плоскости P' мѣста наибольшихъ яркостей:

$$e''_0 = 0,\ e''_1 = \frac{l\lambda}{e'},\ \ e''_2 = 2\,\frac{l\lambda}{e'}, \ldots\ldots;$$

откуда разстояніе между двумя смежными яркими полосками $(e''_k - e''_{k-1})$ будетъ

$$e'' = k\,\frac{l\lambda}{e'} - (k-1)\,\frac{l\lambda}{e'} = \frac{l\lambda}{e'}$$

или по (3)

$$e'' = \frac{le}{f}; \tag{6}$$

но e/f есть увеличеніе нашей линзы M, которое мы обозначимъ V; слѣд.

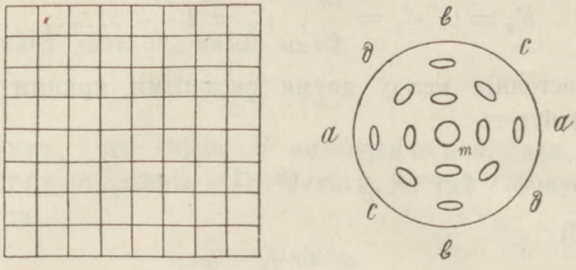
$$e'' = Ve. \tag{7}$$

Такимъ образомъ на плоскости P' получаются полоски, разстоянія между которыми не зависятъ отъ длины волны; поэтому—при освѣщеніи рѣшетки P бѣлыми лучами—здѣсь будутъ бѣлыя полоски (неокрашенныя); разстоянія между этими полосками въ V разъ больше разстояній между щелями самой рѣшетки. Поэтому на плоскости P' получается изображеніе разсматриваемаго предмета и при томъ такое изображеніе, какое получилось бы здѣсь по законамъ геометрической оптики, если бы разсматриваемый предметъ былъ свѣтящимъ.

Изъ предыдущаго ясно, что вторичное изображеніе получается и бываетъ подобно разсматриваемому предмету лишь въ томъ случаѣ, когда въ линзу M попадаютъ диффрактированные лучи не только нулевого порядка (s_0), но еще лучи хотя бы первыхъ порядковъ (s_1 и s'); иначе вторичное изображеніе неподобно предмету. Если въ линзу M попадаютъ только одни лучи нулевого порядка, то въ плоскости P' получается изображеніе безъ содержанія и плоскость эта освѣщается болѣе или менѣе равномѣрно.

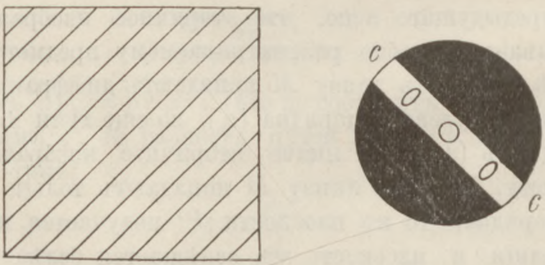
3. Для демонстрированія изложенной теоріи Винкельманъ беретъ диффракціонную сѣтку, состоящую изъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ линій, и освѣщаетъ ее лучами, выходящими изъ малаго круглаго отверстія; тогда, какъ извѣстно, на экранѣ по-

лучается бѣлое пятно *m* (фиг. 3) и четыре ряда диффракціонныхъ спектровъ: горизонтальный рядъ *a a'*, вертикальный *b b* и



Фиг. 3.

два наклонныхъ *c c* и *d d*. Если же сзади рѣшетки поставить линзу, то на экранѣ получается ея изображеніе съ вертикальными и горизонтальными линіями. Теперь передъ линзою поставимъ діафрагму и задержимъ ею всѣ лучи кромѣ тѣхъ, которые даютъ среднее пятно и горизонтальные спектры *a a* (и которые получились бы отъ диффракціонной рѣшетки съ вертикальными линіями); тогда на экранѣ изображаются однѣ вертикальныя линіи, а горизонтальныя не изображаются. Если діафрагмою задержать всѣ лучи кромѣ тѣхъ, которые даютъ среднее пятно и наклонный рядъ спектровъ *c c* (получаемые отъ рѣшетки съ наклонными линіями), то на экранѣ изображаются однѣ наклонныя линіи перпендикулярныя къ направленію *c c* (фиг. 4), которыхъ въ дѣйствительности нѣтъ на рѣшеткѣ. Если

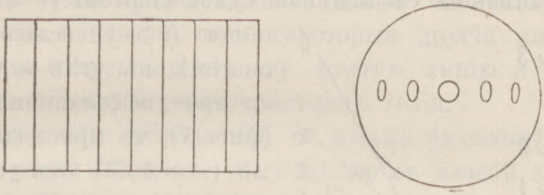


Фиг. 4.

наконецъ съ помощью діафрагмы пропустить въ линзу только тѣ лучи, которые даютъ среднее пятно *m*, то на экранѣ получается равномѣрное освѣщеніе и „структура“ предмета не изображается.

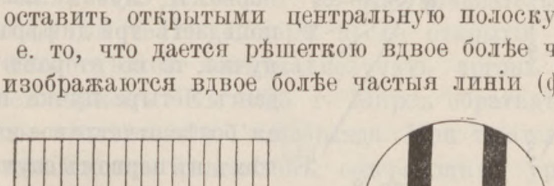
По геометрической теоріи образованія изображенія въ линзѣ слѣдуетъ, что оно всего отчетливѣе дается одними центральными лучами; поэтому полагали, что для увеличенія отчетливости изображенія надо передъ линзою поставить узкую діафрагму. Однако изъ опытовъ съ микроскопомъ Аббе убѣдился, что съ малою діафрагмою изображеніе не только не улучшается, но даже можетъ вовсе исчезнуть (когда въ объективъ вступаетъ только пучекъ лучей нулевого порядка), какъ это и слѣдуетъ изъ нашей теоріи, и что напротивъ того изображеніе улучшается съ увеличеніемъ отверстія объектива (когда чрезъ него проходитъ большее число диффрактированныхъ пучковъ).

Приведемъ еще одинъ опытъ, иллюстрирующій нашу теорію. Возьмемъ вертикальную рѣшетку, дающую горизонтальный рядъ спектровъ; тогда на экранѣ линза даетъ изображеніе этой рѣшетки (фиг. 5). Если теперь діафрагмою закрыть первые



Фиг. 5.

спектры и оставить открытыми центральную полоску и вторые спектры (т. е. то, что дается рѣшеткою вдвое болѣе частою), то на экранѣ изображаются вдвое болѣе частыя линіи (фиг. 6).



Фиг. 6.

4. Въ заключеніе замѣтимъ, что изложенная теорія даетъ очень простое объясненіе иммерсіи. Извѣстно, что въ микроскопѣ можно достичь большаго увеличенія или при данномъ увеличеніи можно достичь большей отчетливости (можно разсмотрѣть больше подробностей), если слой воздуха между препара-

томъ и объективомъ (сухая система) замѣнить жидкостью (иммерсіонная система)—водою или масломъ.

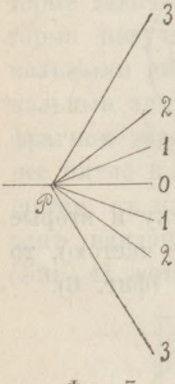
Направленія диффрактированныхъ лучей, выходящихъ изъ рѣшетки, опредѣляются, какъ мы знаемъ, формулою

$$\sin u_m = \frac{m\lambda}{\nu e}.$$

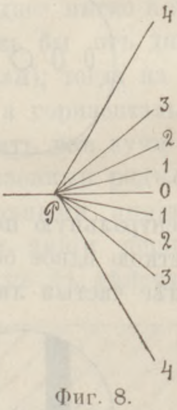
Отсюда, означая чрезъ $2u$ угловую апертуру, т. е. уголъ съ вершиною въ серединѣ препарата и опирающійся на края объектива, находимъ, что числовая апертура объектива

$$\nu \sin u = \frac{m\lambda}{e}.$$

Ясно, что чѣмъ больше числовая апертура объектива, тѣмъ выгоднѣе, ибо тѣмъ больше число m и тѣмъ больше число диффрактированныхъ пучковъ проникаетъ чрезъ объективъ микроскопа. При остальныхъ равныхъ условіяхъ числовая апертура увеличивается съ замѣною сухой системы ($\nu = 1$) иммерсіонною ($\nu > 1$): если при сухой системѣ въ углѣ u укладывается три диффракціонныхъ пучка (фиг. 7), то при водяной системѣ ($\nu = 4/3$) ихъ укладывается четыре (фиг. 8). Поэтому если въ первомъ случаѣ въ объективъ попадаетъ три диффракціонныхъ пучка, то во второмъ туда попадаетъ четыре пучка и получается болѣе отчетливое изображеніе, чѣмъ въ первомъ случаѣ; если же структура препарата такъ мелка, что въ первомъ случаѣ въ объективъ вовсе не попадаетъ диффрактированныхъ лучей, а во второмъ попадаетъ кромѣ нулевого пучка еще пучки первыхъ порядковъ, то въ первомъ случаѣ микроскопъ не позволяетъ различать структуры, а во второмъ она болѣе или менѣе видна.



Фиг. 7.



Фиг. 8.

Эмсъ. Августъ 1906.

Гелій.

Э. Рутерфорда[1].

1. Открытіе гелія.

Исторія открытія гелія не лишена интереса. Въ 1868 г. Жансанъ и Локьеръ открыли яркую желтую линію въ спектрѣ солнечной хромосферы, которую нельзя было отождествить ни съ одною линіею извѣстныхъ земныхъ веществъ. Локьеръ назвалъ геліемъ этотъ предполагаемый новый элементъ. Дальнѣйшія сравненія показали, что нѣкоторыя другія линіи хромосферы, всегда сопровождаютъ эту желтую линію и вмѣстѣ съ нею служатъ вѣроятно характеристикою гелія.

Спектръ гелія наблюдается, не только на солнцѣ, но также и въ нѣкоторыхъ звѣздахъ; въ извѣстномъ классѣ звѣздъ, извѣстыхъ нынѣ подъ названіемъ геліевыхъ звѣздъ, спектръ гелія предоминируетъ. До 1895 г. не было доказательствъ существованія гелія на землѣ. Вскорѣ послѣ открытія аргона въ атмосферѣ была сдѣлана попытка получить аргонъ изъ минеральныхъ источниковъ. Въ 1895 г. Мирсъ обратилъ вниманіе на результаты изслѣдованія Гиллебранда. При тщательномъ изслѣдованіи нѣкоторыхъ минераловъ, содержащихъ уранъ, Гиллебрандъ нашелъ, что при раствореніи эти минералы выдѣляютъ значительное количество газа; этотъ газъ онъ принялъ за азотъ, но отмѣтилъ нѣкоторыя особыя свойства, которыми обыкновенный азотъ не обладаетъ. Минералъ клевеитъ, будучи нагрѣтъ или растворенъ, выдѣляетъ особенно большое количество этого газа. Рамзай поинтересовался узнать, не есть-ли аргонъ этотъ газъ. Разрядная трубка съ газомъ, выдѣленнымъ клевеитомъ,

---

[1]) Переводъ одной изъ главъ книги: Radioactive Transformations by *E. Rutherford* D. Sc., LL. D., F. R. S. Macdonald Professor of Physics, McGill University, Montreal. (London, 1906).

дала спектръ совершенно отличный отъ спектра аргона. Этотъ спектръ былъ тщательно изслѣдованъ Локьеромъ и найденъ тождественнымъ со спектромъ открытаго имъ на солнцѣ гелія. Такъ черезъ 30 лѣтъ послѣ открытія гелія на солнцѣ онъ былъ найденъ и на землѣ! Свойства гелія были скоро установлены. Былъ установленъ сложный спектръ линій, изъ коихъ наиболѣе замѣтна желтая линія D_3, лежащая вблизи линій D натрія.

Гелій есть легкій газъ, лишь вдвое плотнѣе водорода. Подобно аргону гелій отказывается вступать въ соединеніе съ другими веществами, и потому долженъ быть отнесенъ къ группѣ химически инертныхъ газовъ, открытыхъ Рамзаемъ въ атмосферѣ. Измѣреніемъ скорости звука въ трубкѣ, наполненной геліемъ, было найдено, что отношеніе удѣльныхъ теплотъ этого газа$=1{\cdot}666$; слѣд. аргонъ одноатомный газъ, т. е. частица гелія состоитъ изъ одного атома; иначе говоря частица и атомъ гелія тождественны. Плотность гелія оказалась въ 1·98 разъ больше плотности водорода; такъ какъ частица водорода состоитъ изъ двухъ атомовъ, то атомный вѣсъ гелія$=2.1{\cdot}98=3{\cdot}96$. Не слѣдуетъ забывать, что это число было выведено лишь изъ опредѣленія плотности, ибо гелій не соединяется химически, и слѣд. указанное значеніе атомнаго вѣса не можетъ имѣть ту же достовѣрность, какъ атомные вѣса другихъ элементовъ, которые были опредѣлены болѣе точными химическими пріемами.

Гелій, хотя въ ограниченномъ количествѣ, найденъ и въ атмосферѣ; Рамзай вычислилъ, чтъ одинъ объемъ гелія приходится на 245000 объемовъ воздуха. Присутствіе гелія въ нѣкоторыхъ минералахъ особенно замѣчательно, ибо казалось нѣтъ никакихъ основаній, чтобы инертный элементъ находился въ соединеніи съ минералами, которые непроникаемы для воды или газовъ.

Дѣло объяснилось только послѣ открытія радіоактивности. По теоріи распаденія слѣдовало ожидать, что конечный неактивный продуктъ распаденія радіоэлементовъ долженъ встрѣчаться въ активныхъ минералахъ. Такъ какъ нѣкоторые радіоносныя руды чрезвычайно древни, то слѣдовало ожидать, что неактивные продукты превращенія активныхъ веществъ (если только они не улетучиваются) остаются въ активныхъ тѣлахъ, какъ ихъ неизмѣняемые спутники. Если считать гелій за продуктъ распаденія, то его присутствіе во всѣхъ радіоносныхъ рудахъ

чрезвычайно знаменательно, ибо онъ находится въ рудахъ, богатыхъ содержаніемъ урана и торія.

По этимъ и другимъ соображеніямъ Рутерфордъ и Содди предположили, что гелій есть продуктъ распаденія радіоактивныхъ элементовъ. Кромѣ того было найдено что α-частичка, выбрасываемая радіемъ, имѣетъ вдвое большую массу, чѣмъ атомъ водорода, и такимъ образомъ можетъ считаться за атомъ гелія.

Въ началѣ 1903 г., благодаря Гизелю, поступили въ продажу малыя количества чистаго бромистаго радія. Рамзай и Содди стали искать нѣтъ-ли гелія въ томъ газѣ, который выдѣляетъ бромистый радій; послѣдній былъ растворенъ въ водѣ; выдѣляющіеся при этомъ газы—водородъ и кислородъ—были удалены; затѣмъ получился небольшой пузырекъ газа, который былъ введенъ въ разрядную трубку; въ спектрѣ этой трубки ясно была видна характерная линія гелія, D_3. При повтореніи опыта съ другимъ болѣе старымъ образцомъ бромистаго радія получился полный спектръ гелія.

Этотъ опытъ показываетъ, что *гелій производится радіемъ* и отчасти удерживается его твердыми соединеніями. Дальнѣйшіе опыты открыли еще болѣе интересный фактъ. Эманація, полученная изъ 60 mgr. бромистаго радія, была собрана въ стеклянную трубочку, изъ которой другіе газы были удалены; затѣмъ эманація была переведена въ разрядную трубку. Сначала спектръ не обнаруживалъ и слѣдовъ гелія; но чрезъ три дня появилась линія D_3, а чрезъ пять дней получился полный спектръ гелія. Этотъ опытъ показалъ, что гелій образуется изъ эманаціи, ибо, повторяемъ, непосредственно послѣ введенія послѣдней въ разрядную трубку нельзя было обнаружить и слѣдовъ гелія. Поразительный фактъ образованія гелія изъ эманаціи радія доказываетъ, что въ радіѣ происходятъ процессы совершенно необычайной природы; здѣсь мы впервые видимъ возможность превращенія одного элемента въ другой устойчивый элементъ.

Образованіе гелія изъ радія было подтверждено цѣлымъ рядомъ опытовъ. Кюри и Дюаръ сдѣлали очень интересный опытъ, который убѣдительно доказалъ, что гелій дѣйствительно образуется изъ радія, и исключалъ всякую возможность предположенія, что гелій предварительно былъ окклюдированъ бромистымъ радіемъ. Большое количество хлористаго радія помѣ-

щалось въ кварцевую трубку и сильнымъ нагрѣваніемъ расплавлялось; эманація и газы откачивались, затѣмъ трубка запаивалась. Мѣсяцъ спустя, Деландръ, изслѣдуя спектръ газа въ этой трубкѣ, наблюдалъ полный спектръ гелія. Слѣдовательно въ этотъ промежутокъ времени гелій образовался изъ радія

Недавно Дебьернъ нашелъ, что гелій образуется изъ актинія. Это показываетъ, что гелій есть продуктъ двухъ веществъ, которыя по своимъ активнымъ и химическимъ свойствамъ представляются очень различными элементами.

2. *Гелій, какъ продуктъ преобразованій радія.*

Извѣстно, что радій преобразовывается въ длинный рядъ продуктовъ, изъ коихъ каждый имѣетъ свои отличительныя физическія и химическія свойства, а также опредѣленный періодъ преобразованія. Эти продукты отличаются отъ обыкновенныхъ химическихъ элементовъ лишь неустойчивостью своихъ сложныхъ атомовъ. Ихъ слѣдуетъ разсматривать, какъ преходящіе элементы съ ограниченною жизнью, распадающіеся въ новыя формы матеріи.

Однако различіе между геліемъ, какъ продуктомъ радія, и группою преходящихъ его продуктовъ опредѣляется главнымъ образомъ атомною неустойчивостью. Насколько извѣстно, гелій устойчивый элементъ, который не исчезаетъ, тогда какъ во всѣхъ активныхъ продуктахъ со включеніемъ ихъ первоначальныхъ источниковъ—урана и торія—атомы несомнѣнно неустойчивы.

Какое же положеніе занимаетъ гелій въ ряду преходящихъ продуктовъ радія? Нѣкоторые ученые думали, что гелій есть конечный продуктъ распаденія атомовъ радія; но для этого нѣтъ достаточныхъ доказательствъ. Извѣстно, что—послѣ первыхъ быстрыхъ измѣненій—въ активномъ отложеніи эманаціи очень медленно образуется преходящее вещество—*Ra-D*. Если бы гелій былъ конечнымъ продуктомъ распаденія атомовъ радія, въ теченіе нѣсколькихъ дней его образовалось бы изъ эманаціи безконечно-малое количество. Къ тому же нѣтъ сомнѣнія, что конечный активный продуктъ радія, именно *Ra-F* (полоній), есть элементъ съ большимъ атомнымъ вѣсомъ.

Съ другой стороны очевидные факты приводятъ къ заключенію, что гелій образуется α-частицами, которыя непрерывно

выбрасываются радіемъ и его продуктами; эти частицы, выбрасываемыя различными α-лучами, имѣютъ всегда одинакія массы, но скорости различны для разныхъ продуктовъ.

Изъ наблюденія отклоненія лучей какъ въ магнитномъ, такъ и въ электрическомъ полѣ можно точно опредѣлить скорость и удѣльный зарядъ, e/m, частицъ. Отношеніе e/m очень близко къ 5.10^3. Для водорода, выдѣляемаго при электролизѣ, $e/m = 10^4$.

Если предположить, что α-частица несетъ такой же зарядъ, какъ и атомъ водорода, то масса α-частицы вдвое больше массы атома водорода. Это позволяетъ сдѣлать рядъ предположеній, не приводящихъ, однако, ни къ какимъ опредѣленнымъ заключеніямъ.

Числовое значеніе, найденное для удѣльнаго заряда α-частицы, можетъ быть одинаково удобно объяснено предположеніемъ, что α-частица есть частица водорода, или что частица гелія несетъ вдвое большій зарядъ, чѣмъ атомъ водорода, или что половина частицы гелія несетъ обыкновенный іонный зарядъ.

Гипотеза о тождествѣ α-частицы съ частицею водорода по многимъ причинамъ кажется неправдоподобною. Если водородъ входитъ въ составъ атомовъ активнаго вещества, то слѣдовало бы ожидать, что онъ выдѣляется въ видѣ атомовъ, а не въ видѣ частицъ. Насколько позволяютъ судить наблюденія, во всѣхъ случаяхъ, когда водородъ является носителемъ электрическаго заряда, e/m имѣетъ значеніе 10^4. Если допустить, что водородъ сначала выбрасывается въ видѣ частицъ, то представляется невѣроятнымъ, чтобы онѣ распадались на атомы при прохожденіи чрезъ матерію.

Если допустить, что сначала выбрасываются частицы водорода, то трудно понять, почему послѣ онѣ распадаются на атомы.

Если припомнить, что α-частица выбрасывается со скоростью 12000 миль въ секунду и сталкивается съ каждою частицею, встрѣчающеюся ей на пути, то сотрясенія, вызываемыя въ частицѣ при столкновеніяхъ, должны быть очень сильны и должны вести къ нарушенію тѣхъ связей, которыя соединяютъ атомы въ частицу. Правда, кажется невѣроятнымъ, чтобы при такихъ условіяхъ частица водорода могла избѣгнуть распаденія на свои составные атомы. Если бы α-частица была частицею водорода,

значительное количество свободнаго водорода должно было бы находиться въ старыхъ радіоносныхъ рудахъ, которыя достаточно плотны для предупрежденія его улетучиванія. Повидимому это не такъ, хотя въ нѣкоторыхъ минералахъ находится значительное количество воды. Съ другой стороны присутствіе значительнаго (сравнительно) количества гелія подтверждаетъ догадку, что α-частицы находятся въ связи съ геліемъ. Эта гипотеза подтверждается тѣмъ обстоятельствомъ, что гелій образуется какъ изъ актинія, такъ и изъ радія, т. е. изъ тѣлъ, имѣющихъ одно лишь общее свойство—выбрасывать α-частицы; образованіе гелія изъ обоихъ этихъ тѣлъ вполнѣ понятно, если гелій составляется накопившимися α-частицами, и трудно объяснимо изъ другихъ гипотезъ; такимъ образомъ мы приходимъ къ тому заключенію, что каждая α-частица есть атомъ гелія, несущій на себѣ іонный зарядъ.

Послѣдняя гипотеза включаетъ представленіе о томъ, что—при обыкновенныхъ химическихъ и физическихъ условіяхъ—атомъ гелія есть обыкновенный химическій атомъ, но, какъ составляющая атома активнаго вещества, онъ можетъ находиться въ еще болѣе элементарномъ состояніи; когда же послѣ своего изверженія α-частицы разряжаются, онѣ соединяются и образуютъ атомы гелія.

Хотя такое объясненіе и не невѣроятно, но прямыхъ доказательствъ въ его пользу нѣтъ. Съ другой стороны вторая гипотеза имѣетъ преимущество большей простоты и вѣроятности.

По этой гипотезѣ α-частица есть въ сущности атомъ гелія, выбрасываемый съ двойнымъ іоннымъ зарядомъ или пріобрѣтающій такой зарядъ при своемъ прохожденіи чрезъ матерію. Даже если α-частица сначала не имѣетъ заряда, то она неизбѣжно его пріобрѣтаетъ послѣ первыхъ же столкновеній съ частицами на своемъ пути. Извѣстно, что α-частица есть очень сильный іонизаторъ, и есть основаніе думать, что она сама іонизируется при столкновеніяхъ съ частицами, теряя одинъ электронъ и слѣдовательно удерживая въ себѣ положительный зарядъ.

Если α-частица теряетъ два электрона, то лишь вслѣдствіе сильнаго сотрясенія, вызваннаго своимъ столкновеніемъ съ частицами на пути своего движенія; послѣ этого α-частица обладаетъ двойнымъ іоннымъ зарядомъ, и значеніе e/m, находимое изъ опыта, совпадаетъ съ тѣмъ, какое требуется гипо-

тезою, что *α*-частица есть атомъ гелія. Въ этомъ случаѣ число *α*-частицъ, выброшенныхъ радіемъ, вдвое меньше того, котораго слѣдуетъ ожидать по гипотезѣ, что *α*-частица несетъ одинъ іонный зарядъ; вслѣдствіе этого скорость распаденія радія вдвое меньше, а продолжительность его существованія вдвое больше. И объемъ эманаціи, выдѣляемой однимъ грамомъ радія, уменьшается съ 0·8 c.mm до 0·4 c.mm. Это меньше, чѣмъ дали опыты Рамзая и Содди (около 1 c.mm.), но порядокъ величины такой же.

На основаніи предыдущаго нетрудно вычислить объемъ гелія, выдѣляемаго однимъ грамомъ радія въ одинъ годъ. Если каждая *α*-частица несетъ двойной іонный зарядъ, то, какъ показываютъ опыты, одинъ грамъ радія выбрасываетъ въ одну секунду $1 \cdot 25.10^{11}$ *α*-частицъ, а въ годъ — 4.10^{18}. Но при 1^{atm} и 0° Ц. куб. центиметръ газа содержитъ $3 \cdot 6.10^{19}$ частицъ. Слѣд. 1 gr. радія въ теченіе года выдѣляетъ 0·11 c.cm. гелія.

3. *Возрастъ радіоностныхъ рудъ.*

Гелій, находимый въ радіоносныхъ рудахъ, почти навѣрное происходитъ изъ радія или другихъ активныхъ веществъ, въ нихъ заключенныхъ. Если скорость образованія гелія извѣстна, то можно—по находимому его количеству въ той или другой рудѣ—вычислить время, въ теченіе котораго могло образоваться въ данной рудѣ наблюдаемое въ ней количество гелія, иначе говоря, можно опредѣлить возрастъ руды. При этомъ предположимъ, что радіосныя руды настолько плотны и компактны, что неопредѣленно долго удерживаютъ въ себѣ весь образующійся въ нихъ гелій. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ руды пористы и гелій изъ нихъ улетучивается. Но если даже нѣкоторое количество гелія улетучивается изъ самыхъ плотныхъ рудъ, то мы можемъ все-таки найти низшій предѣлъ ихъ возраста.

За отсутствіемъ точныхъ экспериментальныхъ данныхъ о скорости образованія гелія изъ различныхъ активныхъ элементовъ, наши выводы будутъ нѣсколько неопредѣленными, но тѣмъ не менѣе позволятъ установить вѣроятный порядокъ возраста радіоносныхъ рудъ.

Всѣ *α*-частицы, выбрасываемыя радіемъ, имѣютъ одинакія массы. Опыты показали, что *α*-частицы изъ *Th-B.* имѣютъ

такія же массы, какъ α-частицы изъ *Ra*. Отсюда уже естественно предположить, что α-частицы, выдѣляемыя всѣми активными веществами, имѣютъ одинакія массы и образуютъ одинъ родъ матеріи. Если α-частица есть атомъ гелія, то количество гелія, образуемаго въ годъ даннымъ количествомъ активнаго вещества, можетъ быть опредѣлено изъ этихъ предположеній.

Относительно *Ra*, *Th* и *Ac* извѣстны числа ихъ продуктовъ, выбрасывающихъ α-частицы: радій имѣетъ пять такихъ продуктовъ, торій тоже пять, а актиній четыре. Относительно урана наши свѣдѣнія невполнѣ опредѣленны: ибо лишь одинъ *Ur-X*, испускающій β-лучи, былъ химически отдѣленъ отъ урана; такимъ образомъ α-частицы выбрасываются только самимъ ураномъ. Хотя имѣются косвенныя указанія на то, что уранъ содержитъ три продукта, испускающихъ α-лучи, но при нашихъ вычисленіяхъ мы примемъ, что когда уранъ и радій находятся въ равновѣсіи, то уранъ выбрасываетъ одну α-частицу, а радій въ то же время — пять.

Представимъ себѣ одинъ грамъ урана, не потерявшій ничего изъ своихъ продуктовъ распаденія. Уранъ и радій находятся въ радіоактивномъ равновѣсіи, и въ данной массѣ урана заключается $3{\cdot}8.10^{-7}$ gr. радія. Въ то время какъ уранъ выбрасываетъ одну α-частицу, радій и его продукты выбрасываютъ пять частицъ. Мы уже знаемъ, что радій съ его четырьмя продуктами, испускающими α-лучи, выдѣляетъ 0·11 c. cm. гелія на 1 gr. въ годъ; слѣд. 1 gr. урана (вмѣстѣ съ содержащимся въ немъ радіемъ) выдѣляетъ $0{\cdot}11 . 3{\cdot}8.10^{-7} . 5/4 = 5{\cdot}2.10^{-8}$ c.cm. гелія.

Рамзай и Траверсъ нашли, что 1 gr. фергузонита даетъ 1·81 c.cm. гелія. Этотъ минералъ содержитъ около 7% урана; слѣд. на каждый грамъ урана въ этомъ минералѣ приходится 26 c.cm. гелія. Такъ какъ 1 gr. урана и продуктовъ радія въ теченіе года даетъ $5{\cdot}2.10^{-8}$ c.cm. гелія, то возрастъ фергузонита долженъ быть по крайней мѣрѣ $26/5{\cdot}2.10^{-8}$ или 500 милліоновъ лѣтъ. Это низшій предѣлъ, ибо нѣкоторое количество гелія, вѣроятно, улетучилось. Мы принимали, что количества урана и радія, находящихся въ минералѣ, остаются приблизительно постоянныя въ теченіе этого промежутка времени. Это, вѣроятно, такъ и есть, ибо родственный элементъ уранъ лишь въ 1000 милліоновъ лѣтъ наполовину преобразовывается.

Какъ другой примѣръ, возьмемъ урановую руду изъ Глазтонбюри въ Кеннектикутѣ, которую изслѣдовалъ Гиллебрандъ. Эта руда очень компактна и имѣетъ большую плотность (9·62); она содержитъ 76% урана и 2·41% азота. Почти навѣрное это былъ не азотъ, а гелій; раздѣляя послѣднюю цифру на 7, получимъ 0·344; для процентнаго содержанія гелія это соотвѣтствуетъ 10 c.cm. гелія на одинъ грамъ руды или 25 c.cm. на одинъ граммъ урана въ рудѣ. Пользуясь этими данными, находимъ, что возрастъ руды, конечно, не менѣе 5000 милліоновъ лѣтъ.

Во вторичныхъ радіоносныхъ рудахъ, получающихся, какъ результатъ распаденія первичныхъ, гелій встрѣчается въ очень маломъ количествѣ. Эти руды, несомнѣнно, болѣе поздней формаціи, чѣмъ первичныя, и потому въ нихъ нельзя ожидать большого содержанія гелія. Наиболѣе интересное отложеніе вторичнаго уранита встрѣчается въ Іохимсталѣ, въ Богеміи, изъ котораго добывается весь радій, которымъ мы нынѣ пользуемся; это отложеніе богато ураномъ, но содержитъ весьма мало гелія.

Если бы данныя, необходимыя для этихъ вычисленій, были болѣе опредѣленны, то присутствіе гелія въ радіоносныхъ рудахъ давало бы возможность вычислить ихъ вѣроятный возрастъ, а также выразить возрастъ и тѣхъ геологическихъ отложеній, въ которыхъ эти руды встрѣчаются.

4. *Значеніе присутствія свинца въ радіоактивныхъ рудахъ.*

Если α-частица есть атомъ гелія, атомные вѣса послѣдовательныхъ продуктовъ радія, испускающихъ α-лучи, должны уменьшаться каждый разъ на четыре единицы. Такъ какъ атомный вѣсъ урана 238·5, то атомный вѣсъ остатка послѣ того, какъ уранъ выбросилъ три α-частицы, долженъ быть $238{\cdot}5 - 12 = 226{\cdot}5$. Это число очень близко къ атомному вѣсу радія (225), производимому, какъ мы знаемъ, ураномъ. Радій образуетъ пять продуктовъ, испускающихъ α-лучи, и атомный вѣсъ конечнаго продукта долженъ быть $238{\cdot}5 - 32 = 206{\cdot}5$. Эта цифра очень близка къ атомному вѣсу свинца (206·9). Наше вычисленіе наводитъ на мысль, что свинецъ можетъ считаться конечнымъ продуктомъ распаденія радія; это предположеніе подкрѣпляется тѣмъ обстоятельствомъ, что свинецъ всегда находится въ радіоносныхъ рудахъ, особенно въ первичныхъ рудахъ, очень богатыхъ ураномъ.

Въ слѣдующей табличкѣ приведены результаты анализовъ различныхъ первичныхъ рудъ.

Происхожденіе руды.	Процент. содерж.		
	Ur.	Pb.	N.
Глазтонбюри . .	71	3·16	2·41
Бренчвиль	74	4·35	2·63
Сѣв. Каролина . . .	77	4·36	
Норвей	60	10·74	1·15
Канада	65	10·49	0·86

Если гелій и свинецъ суть продукты разложенія урана радіоносной руды, то ихъ отложеніе въ рудѣ должно быть постоянно. Процентное содержаніе гелія получается изъ предыдущихъ чиселъ, раздѣляя на 7 процентное содержаніе азота. По всей вѣроятности атомъ урана долженъ потерять восемь α-частицъ прежде, чѣмъ превратиться въ атомъ свинца; поэтому въ предположеніи, что весь образуемый гелій удерживается въ рудѣ, вѣсъ этого гелія долженъ составить 8.4 / 1206·9 = 0·115 часть свинца руды. Въ дѣйствительности для этого отложенія мы находимъ числа: 0·11 для руды изъ Глазтонбюри, 0·09 для руды изъ Бренчвиля и 0·016 для руды изъ Норвея. Во всѣхъ случаяхъ отношеніе вѣса гелія къ вѣсу свинца меньше теоретическаго отношенія; это объясняется тѣмъ, что бо́льшая или меньшая часть гелія улетучилась изъ руды.

Если образованіе свинца изъ радія твердо установлено, то процентное содержаніе свинца въ активной рудѣ можетъ служить основаніемъ для болѣе точнаго опредѣленія возраста руды, чѣмъ вычисленіе, основанное на объемѣ гелія, ибо свинецъ не можетъ исчезать изъ руды.

5. *Строеніе радіоактивныхъ элементовъ.*

Мы приняли, что α-частицы суть атомы гелія; съ другой стороны мы приняли, что уранъ и радій, теряя α-частицы, пре-

вращаются въ свинецъ; послѣ этого мы должны принять, что атомы урана и радія содержатъ въ себѣ какъ атомы свинца, такъ и атомы гелія. Имѣя въ виду атомные вѣса, мы можемъ написать слѣдующія химическія формулы:

$$Ur = PbHe_8\ ,\ Ra = PbHe_5$$

Впрочемъ, не надо забывать, что эти сложныя тѣла рѣзко отличаются отъ обыкновенныхъ сложныхъ тѣлъ. Какъ радій, такъ и уранъ представляются элементарными веществами, которыя не могутъ быть разложены съ помощью физическихъ и химическихъ силъ, которыми мы располагаемъ. Эти вещества самопроизвольно распадаются независимо отъ извѣстныхъ намъ агентовъ, при чемъ такое распаденіе сопровождается выбрасываніемъ атомовъ гелія съ громадною скоростью. Освобождаемая энергія—въ формѣ кинетической энергіи выбрасываемыхъ атомовъ гелія—иного порядка, чѣмъ та, которая наблюдается въ молекулярныхъ реакціяхъ: она въ милліонъ разъ больше той, которая развивается при наиболѣе бурныхъ химическихъ процессахъ. По всей вѣроятности, атомы гелія быстро движутся внутри атомовъ урана и радія и вслѣдствіе нѣкоторыхъ причинъ отдѣляются отъ атома со скоростью, которою обладали на своей орбитѣ. Силы, удерживающія атомъ гелія на его мѣстѣ внутри атома активнаго элемента, такъ велики, что мы не располагаемъ достаточными средствами, которыя могли бы ихъ преодолѣть.

По всей вѣроятности, и α-частицы, выдѣляемыя торіемъ и актиніемъ, тоже суть атомы гелія; такъ что и эти вещества слѣдуетъ считать составленными изъ гелія и нѣкотораго другого элемента. Торій даетъ пять продуктовъ, испускающихъ α-лучи; слѣдовательно торій даетъ остатокъ, атомный вѣсъ котораго 232·5—5.4=212·5. Ближайшій къ этому атомный вѣсъ висмута, именно 208. Если бы торій терялъ не пять, а шесть α-частицъ, то остатокъ по своему атомному вѣсу былъ бы очень близокъ къ висмуту. Это вещество удовлетворяетъ условію, которое слѣдуетъ предъявлять продуктамъ трансформаціи активныхъ веществъ, ибо оно находится въ радіоносныхъ рудахъ, хотя лишь въ малыхъ количествахъ сравнительно со свинцомъ въ старыхъ рудахъ, гдѣ находится мало торія.

Такимъ образомъ, оказывается, что гелій играетъ очень важную роль въ образованіи активныхъ элементовъ. Весьма воз-

можно, что гелій наравнѣ съ водородомъ суть простѣйшія единицы, изъ которыхъ построены тяжелые атомы. Въ связи съ этимъ то обстоятельство, что рядъ атомныхъ вѣсовъ элементовъ различаются на 4 или на краткое отъ четырехъ, едва-ли можно объяснить случайностью.

Нѣкоторыя изъ радіоносныхъ рудъ были отложены на поверхности земли, несомнѣнно, за 100 или 1000 милліоновъ лѣтъ тому назадъ и съ того времени подвергались медленной трансформаціи. Подъ рукою у насъ нѣтъ доказательствъ тому, чтобы эти процессы распаденія матеріи обращались при обыкновенныхъ условіяхъ на поверхности земли. Тѣмъ не менѣе позволительно предположить, что при нѣкоторыхъ условіяхъ, существовавшихъ прежде на землѣ, совершались обратные процессы, и что тогда тяжелые атомы создавались изъ болѣе легкихъ и болѣе элементарныхъ веществъ.

Можно думать, что условія для образованія тяжелыхъ атомовъ состоятъ въ высокомъ давленіи и въ температурѣ, господствующей внутри земли; можетъ быть, тамъ и теперь происходитъ медленный процессъ образованія тяжелыхъ и сложныхъ атомовъ; тогда этимъ можно объяснить большую плотность внутренности земли, а также постепенное сжатіе всего земного шара.

Если въ настоящее время всѣ эти выводы представляются лишь въ видѣ догадокъ, то все-таки можно думать, что образованіе активнаго вещества еще продолжается на глубинѣ земли, и что радіоносныя отложенія, находимыя нынѣ на поверхности земли, были исторгнуты изнутри въ давнія времена.

Задачи на примѣненіе перваго и второго законовъ механической теоріи теплоты.

А. Л. Королькова.

Начало эквивалентности теплоты и работы прочно привилось въ нашихъ курсахъ физики для среднихъ учебныхъ заведеній. Осталось только окончательно сговориться относительно формы изложенія этого начала и выбора иллюстрирующихъ примѣровъ и задачъ. Чтобы не сбивать учениковъ при пользованіи началомъ эквивалентности слѣдуетъ вначалѣ отказаться отъ совершенно неэлементарнаго понятія о внутренней энергіи и говорить объ эквивалентности теплоты и работы только при замкнутыхъ циклахъ измѣненій, когда работающія на счетъ теплоты тѣла въ концѣ процесса находятся въ томъ же состояніи, какъ и въ началѣ явленія, и когда измѣненія внутренней энергіи не существуетъ.

Второе начало до сихъ поръ не утвердилось въ элементарныхъ курсахъ, не смотря на его безспорное общеобразовательное значеніе и на его важность для изученія всякихъ явленій. Причина этого пропуска лежитъ въ трудности показать ученикамъ на примѣрахъ примѣнимость и значеніе этого закона. Считая, что второе начало слѣдуетъ ввести даже въ элементарные курсы, я привожу здѣсь нѣсколько простыхъ задачъ на примѣненіе второго начала, которое, по моему мнѣнію, слѣдуетъ предлагать ученикамъ въ видѣ постулата о коэффиціентѣ полезнаго дѣйствія тепловой обратимой машины.

Нельзя совсѣмъ обратить въ работу теплоту Q_1, заимствованную отъ какого-либо тѣла при температурѣ T_1, если не имѣется болѣе холоднаго тѣла. При существованіи такого тѣла съ низшей температурою T_2 нельзя обратить въ работу полностью всю теплоту Q_1, необходимо передать холодильнику часть теплоты Q_2, обративъ въ работу только разность $Q_1—Q_2$. По второму началу

$$\frac{Q_1-Q_2}{Q_1} \leq \frac{T_1-T_2}{T_1},$$

гдѣ T_1 и T_2 отсчитаны отъ абсолютнаго нуля. Работа, получен-

ная на счетъ теплоты $Q_1 - Q_2$, равна 429 $(Q_1 - Q_2)$ килограммометровъ на основаніи начала эквивалентности теплоты и работы.

Задача I. Паровая машина работаетъ наисовершеннѣйшимъ образомъ при температурѣ котла въ 200°С ($T_1 = 200 + 273$) и температурѣ холодильника въ 30°С ($T_2 = 30 + 273$). Мощность машины равна 10 лошадинымъ силамъ.

Спрашивается, сколько воды потребляетъ такая машина въ часъ, если въ котелъ берется вода изъ холодильника при температурѣ 30°С, а для обливанія холодильника берется вода изъ источника при температурѣ 10°С.

Работа W машины въ часъ равна мощности одной лошадиной силы (75 килограммометровъ въ 1 сек.), повторенной 10 разъ, а въ теченіи часа (3600 сек.) еще повторенной 3600 разъ. Поэтому

$$W = 429\,(Q_1 - Q_2) = 75.10.3600 \text{ килограммометровъ.}$$

По второму началу для случая идеальной машины

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{170}{473},$$

откуда

$$Q_1 = (Q_1 - Q_2) \cdot \frac{473}{170} = \frac{75.10.3600.473}{429.170.} = 17500 \text{ б. калорій.}$$

На нагрѣваніе одного килограмма воды отъ 30° до 200° потребуется 170 калорій, а на обращеніе въ паръ этого килограмма при 200° потребуется 480 калорій (скрытая теплота парообразованія $L = 600 - 0{,}6\,T$), итого потребуется для каждаго килограмма 650 калорій. Затративъ 17500 калорій, слѣдовательно, обратили въ паръ

$$\frac{17500}{650} = 26{,}9 \text{ килограммовъ воды въ часъ.}$$

Въ холодильникѣ холодною водою отнимается теплота Q_2, а

$$Q_2 = Q_1 - \frac{75.10.3600}{429} = 17500 - 6310 = 11200 \text{ калорій.}$$

Каждый килограммъ воды, охлаждающей холодильникъ, уноситъ 30 — 10 = 20 большихъ калорій. Поэтому количество воды, нужной для холодильника, равно

$$\frac{11200}{20} = 560 \text{ килограммовъ.}$$

Задача II. При условіяхъ предыдущей задачи дано, что каждый килограммъ угля, сжигаемаго подъ котлами, даетъ 6000 калорій. Сколько угля въ часъ потребуетъ вышеуказанная совершенная машина?

Машина беретъ въ часъ отъ угля теплоту Q_1, равную 17500 калоріямъ, для полученія которыхъ потребуетъ

$$\frac{17500}{6000} = \text{около 3 килограммовъ въ часъ, т. е.}$$

совершенная машина при указанныхъ выше условіяхъ потребуетъ на одну лошадиную силу въ часъ 0,3 килогр. Существующія хорошія машины потребляютъ для той же работы 0,5—0,6 килогр. угля.

Задача III. Машина, готовящая ледъ, приводится въ движеніе двигателемъ въ 5 лош. силъ. Двигатель при помощи насоса выкачиваетъ летучую жидкость изъ резервуара, гдѣ отъ испаренія поддерживается постоянная низкая температура въ 5°C ($T_2 = -5 + 273$). Выкаченные пары тѣмъ же двигателемъ накачиваются въ резервуаръ, который обливается водою изъ крана, и получаютъ температуру 15°C ($T_1 = 15 + 273$). Замораживаемая вода и вода для охлажденія поступаютъ при 10°C, а послѣ замораживанія кусокъ льда имѣетъ температуру —5°C. Спрашивается, сколько такая машина въ часъ приготовитъ льду, сколько израсходуетъ воды на охлажденіе.

Работа W машины равна въ часъ 75.5.3600 килогр. метр.

$$Q_1 - Q_2 = \frac{75.5.3600}{429} = 3160 \text{ калорій,}$$

гдѣ Q_2 есть тепло, взятое отъ замораживаемой воды, а Q_1 есть тепло, переданное водѣ, охлаждающей пары летучей жидкости послѣ сжатія.

По второму началу

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{20}{288}.$$

Отсюда

$$Q_1 = (Q_1 - Q_2).\ \frac{288}{20} = 3160.\ \frac{288}{20} = 45500 \text{ калорій.}$$

$$Q_2 = 45500 - 3160 = 42340 \text{ калорій.}$$

Каждый килограммъ замораживаемой воды долженъ отдать

10 калорій при охлажденіи отъ 10^0 до 0^0, 80 калорій при замораживаніи и $0,5.5 = 2,5$ калоріи при охлажденіи льда до -5^0 (удѣльная теплота льда $= 0,5$), итого 92,5 калорій. Поэтому число замороженныхъ килограммовъ воды равно

$$\frac{42340}{92,5} = \text{около } 450 \text{ килограммовъ.}$$

Количество воды, идущей на охлажденіе сгущенныхъ паровъ летучей жидкости, равно

$$\frac{45500}{5} = 9100 \text{ литровъ,}$$

потому что каждый килограммъ воды поступаетъ при 10^0C, а уходитъ при 15^0, унося 5 калорій.

С.-Петербургъ, Михайловская Артиллерійская Академія.

Учебная физическая лабораторія Парижскаго математическаго факультета.

А. Н. Яницкаго.

1. Сорокъ слишкомъ лѣтъ назадъ проф. Францъ Нейманъ ввелъ въ Кенигсбергскомъ университетѣ впервые въ Европѣ практическія занятія по физикѣ для студентовъ. Въ $^{67}/_{68}$ г.г. была устроена Кольраушемъ, который былъ въ то время ассистентомъ у В. Вебера въ Гёттингенѣ, правильно функціонирующая учебная физическая лабораторія. Не прошло и 50 лѣтъ со времени этихъ первыхъ начинаній, какъ физическія лабораторіи получили весьма широкое распространеніе во всѣхъ цивилизованныхъ странахъ. На содержаніе этихъ лабораторій правительства не жалѣютъ отпускать большія средства. Такъ, въ Мюнхенѣ лабораторія проф. Рентгена получаетъ ежегодно 10000 марокъ, въ Амстердамѣ и Лейденѣ по 6000 гульденовъ (около 5000 р.), въ Парижѣ лабораторіи проф. Липпманна и Бути по 10000 франковъ и т. д. Не проходитъ 2—3 лѣтъ, чтобы гдѣлибо не строилось роскошное, дорого стоющее, съ разными приспособленіями зданіе, предназначаемое для физическаго института. Въ этихъ зданіяхъ кромѣ аудиторій, музеевъ съ приборами, комнатъ для мастерскихъ и машинъ имѣются обширныя помѣщенія съ необходимыми приспособленіями для лабораторныхъ работъ. Такъ, въ физическомъ институтѣ въ Эрлангенѣ и въ старомъ помѣщеніи Лейпцигскаго института площадь пола этихъ лабораторій по 600 кв. метровъ, въ Страссбургѣ 1200, въ новомъ, едва оконченномъ помѣщеніи Лейпцигскаго института 2000, въ Цюрихѣ 2400 кв. метровъ. Въ каждомъ изъ институтовъ имѣются лабораторіи двухъ типовъ: однѣ изъ лабораторій—въ большинствѣ институтовъ онѣ состоятъ изъ отдѣльныхъ небольшихъ комнатъ въ 1—2 окна—предназначены для самостоятельныхъ научныхъ работъ—это такъ называемыя Laboratoires des recherches, Untersuchungslaboratorien, другія—по большей части помѣщающіяся въ 1—3 большихъ залахъ (какъ въ Лейпцигѣ, Гёттингенѣ, Мюнхенѣ, Бреславлѣ и др.), предна-

значены для упражненій студентовъ въ измѣрительной физикѣ, — это т. н. Laboratoires d'enseignement, Laboratorien für kleines Praktikum. Въ этихъ послѣднихъ работаютъ студенты различныхъ факультетовъ—математики, естественники и медики,—которые слушаютъ курсъ физики. Нужно замѣтить, что въ отношеніи студентовъ разныхъ спеціальностей нѣмецкія учебныя лабораторіи сильно отличаются отъ французскихъ; эта разница обусловливается лучшей постановкой преподаванія физики на математическихъ факультетахъ во Франціи, чѣмъ въ въ Германіи. Въ Германіи читаютъ общій курсъ опытной физики студентамъ разныхъ спеціальностей вмѣстѣ въ теченіе 1 года. Затѣмъ математики, не слушая больше курсовъ опытной физики, слушаютъ отдѣльные курсы теоретической физики. Во Франціи же студенты математики кромѣ теоретическихъ курсовъ слушаютъ очень обширный поставленный спеціально для математиковъ курсъ экспериментальной физики. Слѣдствіемъ этого является, во 1-хъ, разница въ руководствахъ: курсы нѣмецкіе, какъ Ломеля, Варбурга, Рикке, тщательно обходятъ высшій анализъ,—во французскихъ же курсахъ анализъ встрѣчается на каждомъ шагу (см. курсы Шапюи и Берже, Пелля, Віоля); даже такой курсъ, какъ Шассаньи, предназначенный для послѣднихъ классовъ реальнаго отдѣленія средней школы, не стѣсняется пользоваться производными. Это дѣлаетъ французскіе курсы болѣе интересными и полными. Эта разница методовъ сказывается, во вторыхъ, на лабораторіяхъ: въ то время, какъ во Франціи для математическихъ факультетовъ имѣются свои совершенно особыя лабораторіи въ завѣдываніи профессоровъ, которые не имѣютъ никакого отношенія къ физическимъ лабораторіямъ другихъ факультетовъ, въ германскихъ институтахъ физическія лабораторіи для студентовъ различныхъ спеціальностей находятся въ однихъ и тѣхъ же рукахъ, а иногда въ однѣхъ и тѣхъ же комнатахъ. Правда, въ новыхъ институтахъ Германіи для студентовъ разныхъ спеціальностей предназначаются не рѣдко различныя комнаты съ различнымъ подборомъ задачъ.

Какъ во Франціи, такъ и въ Германіи, лучше и старательнѣе другихъ обставлены лабораторіи для математиковъ. Среди этихъ лабораторій для студентовъ математическаго факультета одно изъ первыхъ мѣстъ по разнообразію упражненій ихъ серьезности и многочисленности занимаетъ

учебная лабораторія (Laboratoire d'enseignement) Парижскаго математическаго факультета. Краткимъ описаніемъ этой лабораторіи мы позволимъ себѣ занять вниманіе читателя.

2. До 1890 года лабораторія помѣщалась въ цѣломъ рядѣ этажей частныхъ домовъ, скупленныхъ университетомъ. Число комнатъ, отведенныхъ подъ обѣ лабораторіи (учебную и для научныхъ изслѣдованій), было больше 50. Съ 1890 года лабораторія перешла въ свое помѣщеніе, спеціально для нея отстроенное во внутреннемъ крылѣ новаго огромнаго зданія Сорбонны. Учебная лабораторія находится уже много лѣтъ въ вѣдѣніи проф. Бути; двумя лабораторіями для спеціальныхъ изслѣдованій руководятъ профессора Пелля и Липпманнъ, хотя и у проф. Бути кромѣ помѣщенія для студенческой лабораторіи есть еще около 10 небольшихъ комнатъ для научныхъ работъ. Для работъ съ приборами, не переносящими сотрясеній, а также для работъ, недопускающихъ высокой температуры (лѣтомъ въ лабораторіи термометръ подымается до 30° С.), устроено подвальное помѣщеніе. Оно состоитъ изъ двухъ большихъ залъ (по 35 кв. метровъ) и маленькой фотографической комнаты; вездѣ газъ, токъ, вода. Температура въ этихъ залахъ не подымается выше 15° С. даже въ лѣтнюю жару; несмотря на это, воздухъ тамъ совершенно сухой. Для постоянной температуры имѣется колодезь въ 12 метровъ глубиной съ заломъ на днѣ. Ни въ научной, ни въ учебной лабораторіи намъ не удалось замѣтить глубоко вкопанныхъ столбовъ для помѣщенія приборовъ; послѣдніе помѣщены на консоляхъ у стѣнъ, а въ подвальныхъ залахъ на каменномъ полу. Впрочемъ опыты, произведенные проф. Винеромъ передъ постройкой Лейпцигскаго института, показали, что нѣтъ средствъ, которыя могли бы вполнѣ защитить приборъ отъ неизбѣжныхъ въ большихъ городахъ сотрясеній почвы: канавы вокругъ зданій, не смотря даже на глубину въ два метра, не даютъ никакихъ результатовъ, безполезны и монолитные фундаменты; столбы же, вкопанные глубоко въ почву, даютъ гораздо большее сотрясеніе приборамъ, на нихъ поставленнымъ, чѣмъ деревянныя подставки, помѣщенныя прямо на землю. Происходитъ все это потому, что, какъ говоритъ Винеръ, волна сотрясенія передается не поверхностными слоями почвы, а глубокими, лежащими ниже всякихъ канавъ и фундаментовъ; столбъ же, вкопанный въ эти

глубокіе слои, является ущемленнымъ съ одного конца стержнемъ, который только усиливаетъ колебанія. Поэтому отсутствіе такихъ столбовъ въ лабораторіяхъ Сорбонны не можетъ считаться недостаткомъ.

3. Студенческая лабораторія помѣщается въ трехъ этажахъ и состоитъ изъ 20 комнатъ, двухъ большихъ залъ для электрическихъ работъ, одного для тепловыхъ, 3—4 комнатъ для работъ по механическому отдѣлу и 12 комнатъ въ 4-мъ этажѣ для работъ по оптикѣ. Оптическія комнаты выкрашены черной краской и всѣ снабжены хорошо пригнанными и легко закрывающимися внутренними ставнями. Въ обоихъ залахъ для электрическихъ работъ по стѣнамъ консоли для гальванометровъ, а окна могутъ заслоняться черными шторами; это послѣднее необходимо, ибо всѣ зеркальные отсчеты налажены обективными. Площадь пола всѣхъ комнатъ учебной лабораторіи 300 кв. метровъ. Такъ какъ для медиковъ, естественниковъ и фармацевтовъ физическія лабораторіи устроены въ другихъ зданіяхъ, то для математиковъ этого помѣщенія достаточно. Институтъ въ Мюнхенѣ располагаетъ студенческой лабораторіей въ 300 кв. метровъ, но здѣсь работаютъ и естественники; Лейпцигскій новый институтъ имѣетъ 450 кв. метровъ подъ студенческими лабораторіями, но здѣсь пересчитаны лабораторіи для математиковъ, естественниковъ, медиковъ и фармацевтовъ. Намъ неизвѣстны цифры лабораторій другихъ институтовъ, но приведенныя цифры говорятъ, что для математиковъ Сорбоннская лабораторія является не менѣе помѣстительною, чѣмъ роскошныя Мюнхенская и новая Лейпцигская лабораторіи. Въ настоящемъ году университетомъ пріобрѣтена у одного изъ орденовъ большая площадь земли на углу улицъ Ульмъ и Ломондъ, очень близко отъ Сорбонны. На этой площади начато постройкой новое зданіе для химическаго института, теперешнія помѣщенія котораго, находящіяся рядомъ съ физическими лабораторіями, будутъ переданы для этихъ послѣднихъ. Тогда физическая лабораторія увеличится почти въ 2½ раза.

Мебель въ лабораторіи простая, не дорогая, но за то ее достаточно. Всѣ свободныя мѣста на стѣнахъ уставлены не глубокими (а потому и удобными для приборовъ), крашенными шкафами, всѣ столы имѣютъ ящики, а внизу шкафчики. Въ тепловой лабораторіи столы кафельные. Приборы разставлены

очень экономно: каждая задача занимаетъ ровно столько мѣста, сколько для нея необходимо. Это производитъ на первый взглядъ впечатлѣніе нѣкоторой тѣсноты.

При лабораторіи имѣется большая библіотека, которою могутъ на мѣстѣ пользоваться работающіе въ лабораторіи.

4. Служащій персоналъ въ лабораторіи состоитъ изъ директора проф. Бути, его помощника доктора Донжье и пяти ассистентовъ. Донжье вѣдаетъ хозяйственную часть лабораторіи, ставитъ новыя задачи для студенческихъ работъ, дѣлаетъ описаніе этихъ задачъ и помогаетъ проф. Бути въ руководствѣ спеціальными работами. Каждый изъ пяти ассистентовъ руководитъ занятіями 25—30 студентовъ. Кромѣ этихъ лицъ въ лабораторіи есть 5 служителей – 3 штатныхъ и два вольнонаемныхъ. Штатные служителя являются въ тоже время хорошими механиками; на ихъ обязанности лежитъ убирать комнаты, услуживать при практическихъ занятіяхъ, дѣлать ремонтъ приборовъ, готовить новые приборы (всѣ коммутаторы, реостаты, многіе гальванометры Депре, огромная баттарея маленькихъ аккумуляторовъ въ 10000 вольтъ сдѣланы ими); старшій изъ нихъ помогаетъ ставить опыты для лекцій и рефератовъ многочисленныхъ профессоровъ и лекторовъ, которымъ проф. Бути съ полной готовностью предоставляетъ аудиторію и приборы, хорошо понимая, что увеличеніе расхода на ремонтъ пострадавшихъ отъ изнашиванія приборовъ съ избыткомъ компенсируется тѣмъ добромъ, какое заключается въ широкомъ распространеніи знанія. Служителя обязаны быть на службѣ съ 8 до 12 и съ 2 до 6 часовъ; они пользуются мѣсячнымъ отпускомъ въ теченіе каникулъ. Штатные служителя получаютъ жалованія по 1700 фр. въ годъ, а послѣ 25 лѣтъ службы получаютъ пенсію въ размѣрѣ всего жалованія.

5. Студенты математики обязаны работать въ лабораторіи въ теченіе одного года 4 раза въ недѣлю по $2^1/_2$ часа каждый разъ. Студентъ записывается наканунѣ, получаетъ упражненіе и приступаетъ къ нему уже подготовленнымъ. Для подготовки къ упражненіямъ пользуются хорошо составленными литографированными подробными описаніями задачъ. Описанія пріобрѣтаются у служителей; кромѣ того, при каждомъ упражненіи лежитъ его описаніе въ рамкахъ за стекломъ. Четверть часа спустя послѣ открытія лабораторіи руководитель провѣряетъ студентовъ; опоз-

давшій можетъ потерять свою очередь, ибо его задача можетъ быть передана другому. Если студентъ явится не подготовленнымъ, то онъ теряетъ право работать въ данный день. Безъ спеціальныхъ тетрадей для записи получаемыхъ результатовъ студенты не допускаются къ работамъ. Приборы для работъ налажены и собраны. Студентъ долженъ хорошо ознакомиться съ расположеніемъ и соединеніемъ приборовъ. Результаты всѣхъ работъ вмѣстѣ съ записями передаются руководителю; въ концѣ года производится особый экзаменъ по лабораторной практикѣ. Для экзамена изъ всей серіи выбираются не трудныя задачи, ихъ описанія убираются, приборы разстраиваются, и студентъ, вытянувшій билетъ съ номеромъ даннаго упражненія, долженъ собрать приборы, настроить ихъ, произвести измѣреніе и записать весь ходъ работы. На основаніи записей, поданныхъ въ году, и экзаменаціонной работы руководитель вмѣстѣ съ директоромъ выставляютъ отмѣтку за практическія занятія.

6. За право занятій въ лабораторіи студенты вносятъ особую плату—20 франковъ въ триместръ, что составитъ 80 фр. въ годъ. Чтобы работать въ спеціальной лабораторіи (Laboratoire de recherches), кромѣ этой платы нужно вносить 135 фр. въ триместръ, получивши предварительно согласіе профессора, подъ руководствомъ котораго находится лабораторія. Плата эта довольно высокая, но зато вы имѣете право работать въ спеціальной лабораторіи ежедневно съ 8 утра до 6 вечера. Суммы, собирающіяся отъ уплаты за занятія въ лабораторіи, поступаютъ на усиленіе средствъ лабораторіи.

Лабораторія начинаетъ функціонировать съ 1-го ноября нов. ст. и закрывается для студентовъ 1-го іюля; для спеціальныхъ же работъ лабораторіи обыкновенно закрываются на $1^1/_2$—2 мѣсяца, начиная съ средины августа. Эти сроки и возможность, записавшись въ laboratoire de recherches къ проф. Бути, работать въ теченіе цѣлаго дня въ студенческой лабораторіи, дѣлаютъ эту послѣднюю вполнѣ доступною для русскихъ, такъ или иначе связанныхъ съ учебными заведеніями, людей: такъ какъ въ нашихъ учебныхъ заведеніяхъ занятія всегда оканчиваются къ концу мая, то къ срединѣ іюня нов. ст. можно быть уже въ Парижѣ, а къ августу за $1^1/_2$ мѣсяца ежедневной 6—8 часовой работы можно продѣлать всѣ упражненія въ студенческой лабораторіи.

7. Чтобы дать нѣкоторое представленіе о работахъ, какія продѣлываются студентами въ лабораторіи, мы приведемъ здѣсь перечень всѣхъ упражненій. Звѣздочкой обозначены работы, которыя, какъ это можно заключить изъ книги Б. П. Вейнберга „L'énseignement pratique de la physique dans 206 laboratoires", вовсе не идутъ въ учебныхъ лабораторіяхъ Германіи и Австріи.

а) по общей физикѣ:

Работы съ вѣсами (ихъ установка, изслѣдованіе чувствительности и точности ихъ, опредѣленіе отношенія плечъ; калибрированіе разновѣсокъ; взвѣшиваніе тѣлъ). Опредѣленіе плотности твердыхъ и жидкихъ тѣлъ. Провѣрка уровней. Установка катетометра; измѣренія длинъ штангенъ-циркулемъ и катетометромъ. Установка дѣлительной машины; приготовленіе шкалъ. Калибрированіе трубокъ, бюретокъ и ампулекъ. Градуировка металлическаго манометра. Провѣрка закона Маріотта на приборѣ Реньо. Опредѣленіе вѣса воздуха, углекислаго газа и свѣтильнаго газа. Измѣреніе закручивающей пары на унифилярномъ и бифилярномъ подвѣсѣ. Опредѣленіе модулей упругости проволоки. Наблюденіе явленій капиллярности (наблюдаютъ пленки на фигурахъ Плато, на подвижныхъ контурахъ, измѣряютъ давленіе въ мыльныхъ пузыряхъ). Опредѣленіе капиллярной постоянной для воды на основаніи закона Жюрена и для ртути по высотѣ широкой капли. Наблюденія колебаній маятника, какъ свободныхъ, такъ и *съ затуханіями; наблюденіе законовъ паденія тѣлъ.

б) по теплотѣ:

Упражненія съ пайкой и плавкой стекла. Изученіе расширенія сосудовъ. Вѣсовой термометръ. Изслѣдованіе расширенія воды отъ 0^0 до 50^0. Изученіе термометра; постоянныя точки, коэффиціентъ давленія. Опредѣленіе удѣльныхъ теплотъ твердыхъ и жидкихъ тѣлъ. Опредѣленіе скрытой теплоты плавленія льда и испаренія воды. Опредѣленіе точки плавленія и точки кипѣнія растворовъ; приложеніе къ вычисленію молекулярнаго вѣса (законъ Рауля). Опредѣленіе плотности паровъ по способу Дюма и по способу В. Мейера. Измѣреніе $\frac{c_p}{c_v}$ по способу Клемана и Дезорма. Гигрометрія съ гигрометрами Крова, Аллюара и съ психрометромъ. Изслѣдованіе упругости паровъ воды; *построеніе кривыхъ $p=f(t)$ и $\frac{dp}{dt}=\varphi(t)$. Построеніе сѣти изотермъ. Опредѣленіе механическаго эквивалента тепла.

в) по электричеству и магнитизму:

Упражненія со статическимъ электричествомъ; машины тренія и вліянія; заряженіе и разряженіе конденсатора. Упражненіе съ вѣсами Кулона, опредѣленіе энергіи баттареи лейденскихъ банокъ и *изученіе машины Вимшерста при помощи банки Ляна и термометра Рисса. Упражненія съ электрическими волнами на приборѣ Лехера—Друде. Измѣреніе электровозбудительныхъ силъ: а) при помощи электрометра, б) методомъ замѣщенія, в) при помощи емкости и балистическаго гальванометра, г) при помощи гальванометра, дѣйствующаго, какъ вольтметръ. Приготовленіе нормальныхъ элементовъ Вестона, Кларка, Гуи; сравненіе ихъ электровозбудительныхъ силъ. Измѣреніе силы тока: а) тангенсъ-гальванометромъ, синусъ гальванометромъ, опредѣленіемъ періода колебаній магнитной стрѣлки; б) при помощи элетролиза. Провѣрка законовъ Фарадея. *Градуировка шкалы ртутнаго гальванометра Липпманна. *Градуировка амперметра при помощи сопротивленія - эталона и гальванометра, дѣйствующаго, какъ вольтметръ. Установка шкалы при отражательномъ гальванометрѣ; градуировка шкалы въ амперахъ; опредѣленіе множителя для шунта. *Измѣреніе элетродинамической пары при помощи бифиляра. Измѣреніе сопротивленій при помощи мостика Витстона; измѣреніе малыхъ сопротивленій: а) при помощи дифференціальнаго гальванометра; б) при помощи двойного моста Томсона; приготовленіе моста Томсона. Опредѣленіе температурныхъ коэффиціентовъ для сопротивленія различныхъ проводниковъ (сопротивленіе лампочки накаливанія въ холодномъ и нагрѣтомъ состояніи). Приготовленіе проводника съ заданнымъ сопротивленіемъ. Измѣреніе сопротивленій электролита: а) при помощи телефона по методу Кольрауша; б) *при помощи капиллярнаго электрометра по Бути. Измѣреніе сопротивленій элемента; измѣненіе этого сопротивленія съ температурою. Сравненіе емкостей: а) большихъ—при помощи балистическаго гальванометра и б) малыхъ—при помощи повторныхъ разрядовъ черезъ гальванометръ Томсона. Примѣненіе термоэлектрической пары къ измѣренію высокихъ температуръ. *Повѣрка электрическаго счетчика Томсона. Измѣреніе магнитнаго поля земли методомъ Гаусса. Измѣреніе наклоненія при помощи бобины. Измѣреніе потери энергіи черезъ гистерезисъ: а) по

Гопкинсону, б) Юингу и в) при помощи гистерезиметра Блонделя-Карпантье. Изученіе перемѣнныхъ токовъ: а) *при помощи вращающагося контакта опредѣляются ординаты кривыхъ напряженія и силы тока, также производится прямое измѣреніе сдвига фазы; б) при помощи ондографа. Сравненіе коэффиціента самоиндукціи съ коэффиціентомъ взаимной индукціи по Максвеллу. Опредѣленіе коэффиціентовъ самоиндукціи: а) *измѣреніемъ паденія потенціала, силы тока и числа перемѣнъ тока (токъ до 10 амперовъ получается отъ небольшой динамо перемѣннаго тока; число перемѣнъ можно мѣнять отъ 15 до 100 въ сек.), б) при помощи эталона самоиндукціи, в) при помощи ёмкости и сопротивленія съ перемѣннымъ токомъ и телефономъ по способу Донжье (точность для L порядка 3×10^{-7} генри равна 5 /₀ опредѣляемой величины, а для L порядка 10^{-2} генри она 0·05% опредѣляемой величины). Опредѣленіе характеристики ненагруженной динамо. *Полное изслѣдованіе гальванометра съ подвижной рамкой (типъ Депре-д'Арсонваля): опредѣленіе момента инерціи рамки, закручивающей пары, постоянной Айртона, критическаго сопротивленія (наибольшее изъ всѣхъ сопротивленій, при которыхъ имѣетъ мѣсто апеpіодическій режимъ). *Измѣреніе ёмкости въ абсолютныхъ единицахъ по даннымъ гальванометра (эти два послѣднія упражненія доступны студентамъ, основательно и серьезно прошедшимъ курсъ электричества). Опыты Тесля и Герца. Наблюденіе лучей Рентгена. Прерыватель Фуко и Венельта. *Изслѣдованіе подвижности іоновъ въ растворахъ и газахъ.

г) по звуку и свѣту:

Наблюденіе стоячихъ волнъ съ приборомъ Мельде. Изученіе колебаній струнъ и пластинокъ. Полученіе фигуръ Лисажу. Опредѣленіе высоты тона: а) при помощи сирены; б) при помощи графическаго метода. Опредѣленіе узловъ и пучностей въ звучащей трубѣ. Скорость звука въ стеклѣ по способу Кундта. Изслѣдованіе біеній. Фотометрія: фотометры Фуко-Віоля, Бунзена, Люммера; измѣреніе силы свѣта электрической лампочки въ связи съ измѣненіемъ тока; то-же для газовой горѣлки въ связи съ расходомъ газа. Измѣреніе кривизны поверхности при помощи сферометра. Изслѣдованіе показателей преломленія; а) при помощи гоніометра; б) при помощи рефрактометра Аббе. *Изслѣ-

дованіе оптической системы собирающей и разсѣевающей: а) на приборѣ Корню; б) на приборѣ Р. Донжье (на томъ и другомъ опредѣляются положенія главныхъ плоскостей, узловыхъ точекъ, фокусныхъ разстояній системы и радіусы кривизнъ ограничивающихъ поверхностей). Изученіе микроскопа, установка его на фокусъ, увеличеніе, измѣреніе величины микроскопическихъ объектовъ; измѣреніе показателя преломленія при помощи микроскопа. Изученіе астрономической трубы, ея увеличеніе; подробность видѣнія. Спектроскопъ, его установка, градуировка въ длинахъ волнъ; спектральный анализъ; спектроскопъ Толлона. Фотографія: приготовленіе плёнокъ, приготовленіе диффракціонной рѣшетки. Изслѣдованіе излученія и поглощательной способности тѣлъ съ термоэлектрическимъ столбикомъ; опредѣленіе коэффиціента поглощенія. Стробоскопія: опредѣленіе при помощи стробоскопа числа перемѣнъ тока изъ наблюденія колебаній волоска лампочки накаливанія подъ вліяніемъ магнита; наблюденіе стоячихъ волнъ и опредѣленіе числа колебаній струны при помощи стробоскопа. Наблюденіе явленій интерференціи: а) *при помощи билинзы; б) при помощи зеркалъ Френеля (полосы получаютъ для различныхъ цвѣтовъ, проэктируя на щель прибора разныя мѣста спектра, получаемаго отъ лампочки Нернста). Наблюденіе колецъ Ньютона, законъ діаметровъ колецъ; *опредѣленіе длины волны натроваго пламени по періодической размытости колецъ въ зависимости отъ неоднородности пламени. *Зеркала Жамена; измѣреніе при помощи ихъ толщины пластинки. *Наблюденіе явленій диффракціи свѣта: а) въ параллельныхъ лучахъ; б) въ сходящихся. Измѣреніе длины свѣтовой волны при помощи диффракціонной рѣшетки. Измѣреніе показателей преломленія въ кристаллахъ. *Наблюденіе явленій поляризаціи съ поляризаціоннымъ микроскопомъ: хроматическая поляризація въ параллельномъ и сходящемся свѣтѣ; измѣреніе угловъ между осями двуосныхъ кристалловъ. Наблюденіе явленій поляризаціи свѣта на приборѣ Сенармона; свойства прямолинейно кругово—и эллиптически-поляризованнаго луча. Изслѣдованіе вращательныхъ способностей растворовъ на приборахъ Солейля и Лорана. Изученіе бороздчатыхъ поляризаціонныхъ спектровъ. *Наблюденіе ультрамикроскопическихъ объектовъ.

Всѣ задачи распредѣлены на два отдѣла. Къ первому относятся всѣ наиболѣе важныя, относящіяся къ существеннымъ

вопросамъ курса физики. Многія изъ этихъ задачъ имѣются въ нѣсколькихъ экземплярахъ. Всѣ онѣ являются обязательными и продѣлываются студентами въ первый семестръ. Ко второму семестру лабораторія перестраивается и налаживаются задачи болѣе трудныя и менѣе существенныя. Изъ нихъ не всѣ обязательны.

8. Одинъ перечень работъ показываетъ, какъ разнообразно и серьезно обставлена учебная лабораторія по физикѣ на математическомъ факультетѣ Парижскаго университета. Благодаря неутомимой энергіи ея главнаго рычага доктора Р. Донжье, она постоянно подновляется новыми задачами съ прекрасными ихъ описаніями; такъ съ 1904 года прибавилось около 15 новыхъ упражненій, а всѣ упражненія разбиты, какъ мы уже сказали, на два семестра; къ наступающему году готовятся упражненія съ опредѣленіемъ іонизаціи газоваго пламени, изслѣдованіемъ характеристики бензиноваго двигателя, употребляемаго для автомобилей. Словомъ, лабораторія по прежнему продолжаетъ жить, продолжаетъ оставаться „настолько оригинальной и интересной, что съ нею стóитъ познакомиться всякому физику", (слова, сказанныя 27 лѣтъ назадъ проф. П. А. Зиловымъ). Парижская учащаяся молодежь вполнѣ оцѣнила высокія качества этой лабораторіи: въ ней работаютъ студенты не только факультета, но чуть ли не всѣхъ спеціальныхъ школъ Парижа; число работающихъ быстро растетъ, такъ въ 1903—04 году ихъ было около 70, теперь ихъ около 130, пришлось установить двѣ очереди, пригласить двухъ новыхъ ассистентовъ (ихъ было въ 1904 г. три) и двухъ служителей. По словамъ Донжье приходилось отказывать за недостаткомъ мѣста. Работаютъ также и иностранцы, въ особенности американцы. Пожелаемъ, чтобы и наши соотечественники, которые послѣ университетской скамьи не теряютъ связи съ наукой, знакомились съ этой выдающейся лабораторіей. Это тѣмъ болѣе не трудно, что жизнь въ Парижѣ стоитъ не дороже, чѣмъ въ любомъ изъ нашихъ университетскихъ городовъ. Мы съ удовольствіемъ вспоминаемъ два лѣта, проведенныя въ этой лабораторіи. Любезное, всегда внимательное обращеніе руководителей, атмосфера научныхъ отношеній, интересъ, вызываемый подборомъ упражненій—все это создаетъ подъемъ духа помимо непосредственной пользы отъ пріобрѣтенія новыхъ знаній и нѣкоторой снаровки въ производствѣ физическихъ измѣреній.

9. Въ заключеніе скажемъ еще нѣсколько словъ о научныхъ лабораторіяхъ. Онѣ существенно отличаются отъ нѣмецкихъ лабораторій этого типа. Въ Германіи профессоръ, завѣдывающій лабораторіей, даетъ тему, слѣдитъ за работой изо дня въ день, направляетъ молодого изслѣдователя, словомъ руководитъ его работой ближайшимъ образомъ; во Франціи профессоръ ограничивается лишь согласіемъ принять въ свою лабораторію для того или иного изслѣдованія. Если вы спросите, вамъ укажутъ тему, укажутъ литературу, выдадутъ необходимые инструменты, отведутъ комнату, предоставятъ въ ваше распоряженіе все, что вамъ нужно для работы, не жалѣя средствъ и приборовъ, причемъ никто не позволитъ себѣ тронуть выданнаго вамъ прибора безъ вашего разрѣшенія, будутъ отвѣчать на ваши вопросы, давать цѣнныя указанія, если вы спросите, но руководить въ тѣсномъ смыслѣ этого слова не будутъ. Это имѣетъ, какъ свои хорошія, такъ и дурныя стороны. Преимущество нѣмецкой системы состоитъ въ томъ, что молодой изслѣдователь всегда нуждается въ активномъ руководствѣ опытнаго ученаго, и только выдающіеся таланты прокладываютъ себѣ сразу новые пути, а такъ какъ талантовъ вообще не много, то французскія научныя лабораторіи значительно менѣе населены, чѣмъ германскія. Этотъ дефектъ сознается французскими учеными и молодыя выдвигающіяся силы, какъ проф. Анри по химіи, какъ Донжье въ лабораторіи проф. Бути, начинаютъ идти по пути германскихъ товарищей, сохраняя, конечно, свою индивидуальность.

Кіевъ. Октябрь, 1906 г.

Школьный мостикъ и школьный реостатъ.

Б. Ю. Кольбе.

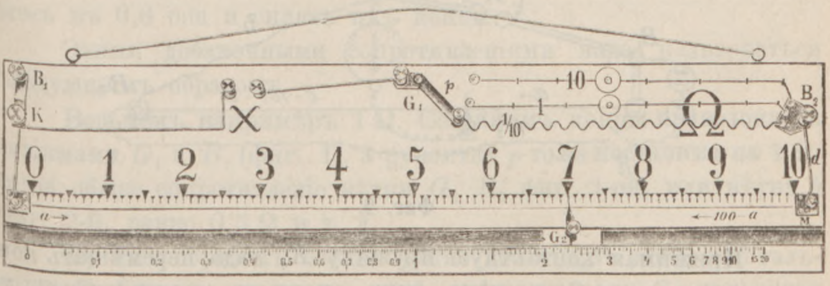
I. Школьный мостикъ по Кольраушу.

Въ физическихъ кабинетахъ среднеучебныхъ заведеній нерѣдко встрѣчаются модели Витстонова мостика, не дающія никакого понятія объ устройствѣ и дѣйствіи этого прибора.

Въ прейскурантахъ заграничныхъ и русскихъ фирмъ можно встрѣтить разные типы мостиковъ, но они или слишкомъ просты или слишкомъ дороги и вмѣстѣ съ тѣмъ годны только для измѣреній, а не для демонстрацій въ классѣ.

Школьный приборъ долженъ быть нагляденъ, простъ и удобенъ, и всѣ развѣтленія его и шкалы должны быть видны издали. Кромѣ того желательно, чтобы чувствительность его была настолько велика, чтобы можно было опредѣлить одинъ омъ (1 Ω) съ точностью до 0,01 Ω.

Для демонстрацій и для практическихъ занятій въ школѣ я видоизмѣнилъ мостикъ Кольрауша слѣдующимъ образомъ, фиг. 1.



Фиг. 1.

Школьный мостикъ по Кольраушу, Б. Ю. Кольбе.

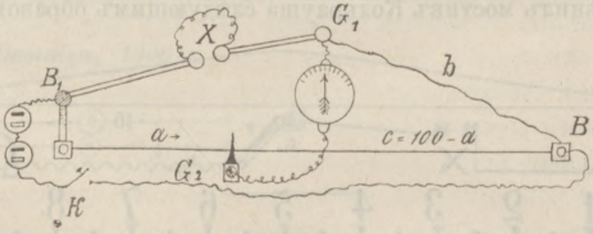
Доска прибора въ 78 × 20 × 2 cm. состоитъ изъ двухъ такъ склеенныхъ досокъ, что у верхней доски волокна идутъ вдоль

ея длины, а у нижней поперекъ. Поверхность доски три раза покрыта бѣлой эмалевой краской, а дѣленія и цифры нанесены черною краскою. Длина измѣрительной проволоки изъ константана равна 700 mm, а діаметръ ея равенъ 0,4—0,5 mm; зажимы B_1 G_1 и X (лѣвый) двойные, съ двумя гайками, а B_2—тройной; остальные зажимы одиночные, но всѣ съ прижимающими гайками. Зажимы B_1 и B_2—черные, G_1 и G_2—желтые, X—никкелированные.

Провода изъ луженной красной мѣди въ 3 mm въ діаметрѣ. Проволоку d, соединяющую зажимъ B_2 съ правымъ концомъ M измѣрительной проволоки, смотря по надобности, можно отвернуть въ сторону (см. ниже).

Сопротивленія вѣтви G_1 B_2 мостика въ 0,1 Ω, 1 Ω и 10 Ω, изъ манганиновой проволоки, имѣютъ въ діаметрѣ: 1,8 mm, 0,6 mm и 0,3 mm. Сопротивленія 1 Ω и 10 Ω намотаны въ катушки такъ, чтобы не было самоиндукціи и всѣ лѣвые концы прижаты помощью зажимовъ къ пластинкѣ B_2. Другой ихъ конецъ соединенъ съ контактными кнопками. Поворачивая рукоятку p, можно присоединить ее къ той или другой изъ кнопокъ или отодвинуть въ сторону, если желательно пользоваться добавочными сопротивленіями.

Способъ пользованія мостикомъ. Баттарею нужно соединить съ зажимами B_1 и B_2, гальваноскопъ съ зажимами G_1 и G_2, а измѣряемое сопротивленіе съ зажимами X (см. фиг. 2).



Фиг. 2.

Прижимая контактную пружину K, надо перемѣщать контактную салазку G_2 до тѣхъ поръ, пока въ мостикѣ G_1 G_2 не исчезнетъ токъ, т. е. пока стрѣлка гальваноскопа не станетъ на нуль. Если съ введеннымъ сопротивленіемъ G_1 B_2 въ 0,1 Ω этого нельзя добиться, то рукоятку p слѣдуетъ переставить на слѣдующую кнопку съ сопротивленіемъ въ 1 Ω или въ 10 Ω.

Обозначая соотвѣтственныя сопротивленія четырехъ вѣтвей фиг. 2-ой черезъ x, a, c, b и зная, что гальваноскопъ стоитъ на нулѣ, когда $x / b = a / c$, находимъ, что $x = b.a / c = ba / (100 - a)$.

Если гальваноскопъ показываетъ нуль, то рекомендуется контактомъ K замыкать и размыкать токъ съ такою быстротою, чтобы вызвать колебанія стрѣлки гальваноскопа. Такимъ образомъ малѣйшія, невидимыя раньше отклоненія усиливаются.

ПРЕДѢЛЫ:

Сопротивленіе вѣтви G_1 B_2 мостика	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω
Максимальные предѣлы . .	0,01—2 Ω	0,1—20 Ω	1—200 Ω
Точные предѣлы . , . .	0,025—0,5 Ω	0,25—5 Ω	2,5—50 Ω

Добавочныя сопротивленія. Изъ манганиновой проволоки при помощи мостика легко сдѣлать слѣдующія добавочныя сопротивленія:

Сопротивленіе въ Ω	Приблизительная длина въ cm.	Діаметръ въ mm.
0,1	20	2,0
1,0	66	0,6
10,0	265	0,3

Такъ какъ манганиновую проволоку въ 2 mm въ діаметрѣ трудно доставить, то можно скрутить 4—6 проволокъ діаметромъ въ 0,6 mm и спаять ихъ концы.

Этими добавочными сопротивленіями надо пользоваться слѣдующимъ образомъ.

Возьмемъ напримѣръ 1 Ω. Соединимъ концы проволоки съ зажимами G_1 и B_2 (фиг. 1), а рукоятку p тоже поставимъ на 1 Ω, тогда общее сопротивленіе вѣтви G_1 B_2 фиг. 1-ой, или вѣтви b фиг. 2-й, равно 0,5 Ω и т. д.

Такимъ образомъ всегда можно достигнуть того, что гальваноскопъ будетъ стоять на нулѣ, когда салазка G_2 находится въ средней части измѣрительной проволоки, и вслѣдствіе этого измѣренія будутъ наиболѣе точными.

При демонстраціяхъ или при практическихъ занятіяхъ рекомендуется пользоваться сначала верхнею большою шкалою

(фиг. 1), а когда ученики уже познакомятся съ вычисленіемъ и съ значеніемъ дроби $a / (100 - a) = n$, можно пользоваться нижнею шкалою, на которой прямо нанесены величины $n = a / (100 - a)$, и тогда находимъ просто, что

$$x / b = n$$

или

$$x = b . n.$$

Гальваноскопъ. Для измѣренія сопротивленій можно пользоваться каждымъ чувствительнымъ гальваноскопомъ (1^0 дѣленія = 1—3 милли-амперъ), если только стрѣлка можетъ двигаться въ обѣ стороны отъ нулевой точки, но лучше употреблять соленоидные гальваноскопы, такъ какъ ихъ нѣтъ надобности устанавливать въ магнитномъ меридіанѣ.

Очень удобны для этой цѣли такъ называемые универсальные гальванометры такого устройства, что они служатъ не только чувствительнымъ гальванометромъ [1]), но вмѣстѣ съ тѣмъ и вольтметромъ и амперметромъ.

Сначала, въ особенности при практическихъ занятіяхъ учениковъ, лучше употреблять приборъ, какъ чувствительный амперметръ, а когда стрѣлка стоитъ уже на 0, выключить отводъ и повторить измѣреніе съ чувствительнымъ гальванометромъ. Иначе тоненькая проволока соленоида легко можетъ испортиться.

Баттарея. Лучше всего пользоваться баттареей послѣдовательно соединенныхъ элементовъ Лекланше или сухихъ элементовъ.

Искомое сопротивленіе . .	до 1 Ω	1—5 Ω	5—10 Ω	больше 10-и Ω
Число элементовъ Лекланше . .	1—2 эл.	2—3 эл.	4 эл.	6 эл.

Если нужно пользоваться элементами Грене или аккумуляторами, то необходимо включить въ цѣпь особенное дополнительное сопротивленіе отъ 5 до 8 омовъ, дабы токъ былъ не больше 0,3—0,5 ампера.

---

[1]) Теорія этихъ приборовъ подробно изложена мною въ „Введеніи въ ученіе объ электричествѣ“, 2 Т. (II изд.) стр. 110—113.

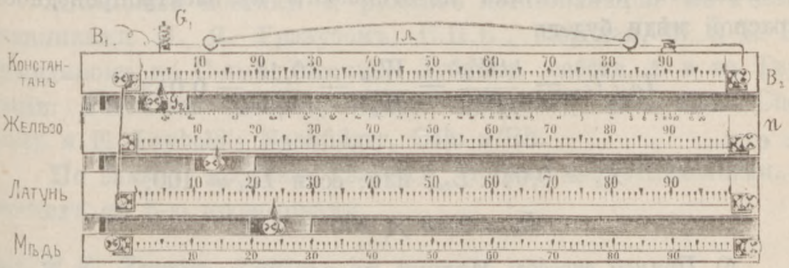
Въ нѣкоторыхъ случаяхъ желательно пользоваться контактомъ и сопротивленіями (G_1 B_2, фиг. 1) для другой измѣрительной проволоки, помѣщенной на отдѣльномъ брускѣ, съ контактной салазкой.

Отвинтивъ нижнюю гайку зажима B_2 и зажимъ на правомъ концѣ измѣрительной проволоки мостика, отодвигаемъ толстую проволоку d въ сторону и присоединяемъ зажимы другой измѣрительной проволоки къ X на лѣвой сторонѣ и съ B_2, а гальваноскопъ къ G_1 и съ салазкой второй измѣрительной проволоки. Въ этомъ случаѣ получаются очень хорошіе результаты, если длина второй измѣрительной проволоки равна 100 cm. и если на доскѣ наклеена миллиметровая бумага. Школьный мостикъ изготовляется фирмами, упомянутыми въ концѣ этой статьи, съ 3-мя и съ 4-мя сопротивленіями; въ послѣднемъ случаѣ прибавляется катушка въ 100 Ω; длина измѣрительной проволоки можетъ быть разная: въ 500 mm, 700 mm или 1000 mm.

II. Школьный реостатъ.

Доска въ 58×20×2 cm. приготовлена по только что указанному способу; на ней наклеена миллиметровая бумага; цифры и дѣленія нанесены нестираемою тушью фабрики Шлейхера и Шюлля въ Дюренѣ.

На этой доскѣ натянуты проволоки изъ красной мѣди, латуни, желѣза и константана, всѣ одной и той-же длины въ 500 mm и одного діаметра въ 0,3—0,4 mm. Проволока изъ красной мѣди служитъ единицей сопротивленія и поэтому она безъ контактной салазки.



Фиг. 3.

Школьный реостатъ Б. Ю. Кольбе.

У салазки верхней проволоки (изъ константана) есть указатель G_2 (сравн. фиг. 1) и при этой проволокѣ находится шкала съ дѣленіями $n = a/(100-a)$.

Способъ употребленія реостата:

1. *Опредѣленіе удѣльнаго сопротивленія.* а) Зажимы на концахъ мѣдной проволоки соединяются съ зажимами X мостика (фиг. 1) при помощи короткихъ проводящихъ шнуровъ и опредѣляется сопротивленіе W_{cu} этой проволоки

Такимъ-же образомъ опредѣляютъ сопротивленіе другихъ проволокъ реостата.

Если напр. для красной мѣди $W_{cu} = 0{,}15\ \Omega$, а для константана $W_k = 3{,}5\ \Omega$, то удѣльное сопротивленіе константана равно $W_k / W_{cu} = 3{,}5 / 0{,}15 = 23{,}33$.

Примѣчаніе. Для большаго удобства на лѣвой сторонѣ желѣзная и латунная проволоки соединены съ зажимомъ константановой проволоки.

б) *Прямой способъ:* Проволока изъ красной мѣди соединяется толстыми проводящими шнурами съ зажимами G_1 и B_2 мостика, причемъ рукоятка отведена въ сторону. Если одну изъ другихъ проволокъ реостата соединимъ съ X—зажимами мостика, то прямо получимъ сопротивленіе, положивъ сопротивленіе красной мѣди равнымъ единицѣ.

2. *Опредѣленіе удѣльной электропроводности.* а) Изъ найденныхъ величинъ для сопротивленій легко вычислить электропроводность. Извѣстно, что сопротивленіе W обратно пропорціонально электропроводности L, т. е. $W = \frac{1}{L}$, а потому электропроводность константана по отношенію къ электропроводности красной мѣди будетъ

$$L_k / L_{cu} = \frac{1/W_k}{1/W_{cu}} = \frac{W_{cu}}{W_k} = \frac{0{,}15}{3{,}5} = 0{,}043,$$

т. е.

$$L_k = 0{,}043 . L_{cu}, \text{ или, если } L_{cu} = 100,$$

$$L_k = 0{,}43 \times 100 = 4{,}3.$$

б) *Прямой способъ:* Мѣдную проволоку соединимъ съ X—зажимами мостика (см. случай 1 а), а контактную салазку мостика поставимъ такъ, чтобы гальваноскопъ указывалъ на нуль.

Послѣ этого соединимъ верхній лѣвый зажимъ реостата и салазку латунной проволоки реостата съ X- -зажимами мостика и не трогая ни салазки, ни сопротивленія мостика, будемъ переставлять салазку реостата, пока гальваноскопъ не станетъ на нуль, тогда кусокъ латунной проволоки до контактной салазки имѣетъ то-же самое сопротивленіе, что и мѣдь.

Такимъ образомъ, переставляя салазки другихъ проволокъ реостата до полученія одинаковыхъ сопротивленій, находимъ, что длины проволокъ, взятыя по отношенію къ длинѣ проволоки изъ красной мѣди = 100, прямо показываютъ намъ удѣльную электропроводность. Въ такомъ именно положеніи представлены салазки на фиг. 3. Указанный нами способъ хотя и не вполнѣ точенъ, но очень нагляденъ.

3. *Реостатъ въ качествѣ мостика Кольрауша.* Для измѣрительной проволоки годится одна константановая. Поэтому у реостата только салазка этой проволоки снабжена указателемъ, и на слѣдующей доскѣ нанесена шкала съ числами $n = a / (100 - a)$. На концахъ проволоки находятся двойные зажимы, а на верхнемъ краѣ тройной зажимъ (G_1). Соединимъ добавочнымъ омомъ G_1 съ B_2 на правомъ концѣ, и — по схемѣ фиг. 2-й — гальваноскопъ съ зажимомъ G_1 и съ салазкой, а баттарею съ концами проволоки, включивъ замыкатель тока въ цѣпь; въ такомъ случаѣ мы получаемъ мостикъ по Кольраушу. Если нѣтъ отдѣльнаго замыкателя, то лѣвой рукой проволоку отъ баттареи можно привести въ соприкосновеніе съ лѣвымъ зажимомъ измѣрительной проволоки.

При помощи реостата можно конечно опредѣлить сопротивленіе остальныхъ проволокъ.

Школьный мостикъ и реостатъ изготовляются въ Россіи механиками И. Я. Урлаубомъ, С.П.Б., Морская, 27 и Е. С. Трындиномъ съ С-ями, Москва, Лубянка, собств. д. и въ Германіи: Ferdinand Ernecke, Berlin—Tempelhof; Max Kohl, Chemnitz и E. Leybold's Nachfolger, Cöln a/Rh.

По заказу мостикъ дѣлается съ 4-мя сопротивленіями, а реостатъ съ 5-ю проволоками.

С.П.Б. Декабрь, 1906 г.

Каникулярные курсы при университетѣ св. Владиміра для преподавателей физики Кіевскаго учебнаго округа.

Г. К. Суслова.

Со 2-го по 5 января текущаго 1907 года при университетѣ св. Владиміра состоялись зимніе каникулярные курсы для преподавателей физики Кіевскаго учебнаго округа. Курсы были организованы по иниціативѣ попечителя учебнаго округа, засл. проф. П. А. Зилова, коммиссіею изъ проф. унив. св. Владиміра Г. К. Суслова, Г. Г. Де-Метца, І. І. Косоногова и П. В. Воронца. На курсахъ было всего 110 слушателей; изъ нихъ кіевскихъ преподавателей 49, а иногороднихъ—61.

Курсы были открыты въ 10 час. утра 2 января въ физической аудиторіи университета привѣтственною рѣчью председателя коммиссіи по организаціи курсовъ проф. Г. К. Суслова, который, отмѣтивъ тяжелое положеніе преподавателя въ средней школѣ и въ особенности преподавателя физики, заброшеннаго судьбою куда-либо далеко отъ университетскаго центра, но не довольствующагося рутиннымъ исполненіемъ своихъ обязанностей, а стремящагося къ самоусовершенствованію, указалъ, что открываемые курсы, идя на встрѣчу лучшимъ стремленіямъ лучшей части преподавателей, преслѣдуютъ три главныхъ цѣли—расширеніе познаній слушателей, сообщеніе имъ новыхъ свѣдѣній, затѣмъ уясненіе и углубленіе основныхъ положеній науки и, наконецъ, ознакомленіе участниковъ курсовъ съ различными пріемами постановки опытной части, какъ наприм. съ устройствомъ демонстрацій, съ организаціею практическихъ занятій и т. п. Привѣтствовавъ слушателей, проф. Г. К. Сусловъ въ заключеніе пожелалъ, чтобы нынѣшнее, хотя и краткое общеніе ихъ съ alma mater вдохнуло въ нихъ новыя силы, поддержало бы ихъ на пути крутомъ и тернистомъ, но ведущемъ къ высокой, свѣтлой цѣли, побѣдѣ надъ тьмою и ложью.

Первый докладъ—„Примѣненіе идеи о геометрической производной къ кинематикѣ“—былъ прочитанъ проф. П. В. Воронцомъ. Векторіальный анализъ въ настоящее время пріобрѣтаетъ все бо́льшее и бо́льшее значеніе, такъ какъ, благодаря его ясности и наглядности, съ его помощью дѣлается общедоступнымъ строгое изложеніе многихъ отвлеченныхъ понятій. Поэтому основныя положенія этой дисциплины входятъ теперь въ программы не только высшихъ, но и среднихъ учебныхъ заведеній, напр. въ программы французскихъ лицеевъ по закону 1902 г. Проф. П. В. Воронецъ показалъ, какъ можно вполнѣ научно изложить въ средней школѣ основы кинематики, пользуясь лишь понятіями о векторъ-функціи и ея геометрической производной и не прибѣгая вовсе къ высшему анализу.

Второй докладъ—„О постановкѣ практическихъ занятій по физикѣ въ среднеучебныхъ заведеніяхъ“—былъ сдѣланъ проф. Г. Г. Де-Метцомъ, уже неоднократно выступавшимъ въ печати съ указаніями тѣхъ измѣненій въ преподаваніи физики, которыя, по его мнѣнію, необходимо сдѣлать, дабы поднять это преподаваніе на надлежащую высоту. Въ настоящемъ докладѣ проф. Г. Г. Де-Метцъ развилъ подробно рядъ соображеній по вопросу о введеніи практическихъ занятій въ среднюю школу. Въ Англіи, Америкѣ и Франціи такія занятія уже введены и оцѣнены, въ Пруссіи ихъ теперь вводятъ систематически. Поэтому пора подумать объ этомъ и у насъ. Докладчикъ обстоятельно разобралъ данныя, добытыя имъ какъ изъ литературы, такъ и изъ личныхъ обзоровъ этихъ занятій за-границею и въ Россіи. Онъ остановился на выборѣ задачъ изъ составленнаго имъ списка въ 160 задачъ (списокъ этотъ былъ розданъ слушателямъ), на ихъ характерѣ и на способѣ ихъ веденія, работая на одинъ фронтъ или на много фронтовъ. Кромѣ того, имъ былъ указанъ рядъ чиселъ относительно стоимости обзаведенія и количества часовъ. Оказывается, что цѣль можетъ быть достигнута съ сравнительно небольшими затратами, если выбрать 20—30 задачъ и каждую задачу поставить въ нѣсколькихъ экземплярахъ (работа на одинъ фронтъ), напр. въ 6, 8, 10. Въ заключеніе проф. Г. Г. Де-Метцъ разсмотрѣлъ еще вопросъ о подготовкѣ преподавателей физики въ Германіи, какъ въ университетахъ, такъ и на особыхъ учительскихъ курсахъ, съ которыми онъ ознакомился прошлымъ лѣтомъ въ Берлинѣ. Свой докладъ проф. Г. Г. Де-

Метцъ резюмировалъ слѣдующими положеніями: 1) практическія упражненія по физикѣ въ средней школѣ должны быть вводимы постепенно, и при этомъ они не должны быть обязательны ни для учителей, ни для учениковъ; 2) они должны служить не для расширенія учебной программы, а для углубленія въ изучаемый предметъ; 3) избираемыя задачи должны быть по своему содержанію интересны какъ въ качественномъ, такъ и въ количественномъ отношеніяхъ; 4) число задачъ не должно быть велико, но рѣшенія учениковъ должны быть тщательны, подробно описаны и подсчитаны; 5) практическія занятія должны идти параллельно теоретическому курсу и успѣшное осуществленіе ихъ въ большомъ масштабѣ возможно лишь по методу работы на одинъ фронтъ съ значительнымъ коэффиціентомъ размноженія (10); 6) инструменты для этихъ занятій должны отличаться простотой конструкціи и наглядностью.

Въ тотъ-же день въ 3 часа дня участники курсовъ собрались въ Кіевскій кадетскій корпусъ, гдѣ осматривали физическій кабинетъ, физическій классъ и затѣмъ двѣ комнаты для практикантовъ по физикѣ. Практическія занятія по физикѣ ведутся въ корпусѣ уже нѣсколько лѣтъ; они для кадетъ необязательны. Многія задачи на столько хорошо оборудованы, что является возможность работать на одинъ фронтъ. Въ настоящее время практическими занятіями въ корпусѣ завѣдуетъ преп. А. А. Зонneштраль, который и давалъ при осмотрѣ подлежащія объясненія. Списки поставленныхъ задачъ, а также нѣкоторыя статистическія данныя о ходѣ занятій будутъ помѣщены въ особомъ сборникѣ, который коммиссія по организаціи каникулярныхъ курсовъ предполагаетъ издать въ непродолжительномъ времени.

Вечеромъ, въ 6 час., слушатели посѣтили физическій кабинетъ I-ой гимназіи, гдѣ преп. С. П. Слѣсаревскій въ краткомъ введеніи познакомилъ участниковъ курсовъ съ тѣми принципами, которые положены въ основаніи при постановкѣ практическихъ занятій въ I гимназіи, а затѣмъ приступилъ къ демонстраціи ряда опытовъ, причемъ указалъ на нѣкоторыя особенности кабинета I гимназіи (столъ Макса Коля и др.). Слушатели курсовъ посѣщали первую гимназію въ опредѣленные часы (6—8 час. веч.) и въ послѣдующіе дни (3 и 5 января). С. П. Слѣсаревскимъ были сдѣланы нижеслѣдующія демонстра-

ціи: а) демонстрированіе приборовъ для практическихъ занятій по физикѣ; б) демонстрированіе штатива для опытовъ, причемъ былъ показанъ одинъ случай устойчиваго равновѣсія тѣлъ; в) демонстрированіе стола Макса Коля; съ приспособленіями стола были показаны слѣдующія опыты: 1) дѣйствіе тока на магнитную стрѣлку; 2) измѣненіе сопротивленія проводниковъ съ измѣненіемъ контакта (звонокъ и цѣпочка); 3) поляризація электродовъ; 4) простѣйшій аккумуляторъ; 5) явленія Пельтье; 6) теплопроводность водорода (опытъ Тиндаля); г) демонстрированіе опытовъ съ жидкою углекислотою: 1) приведеніе въ дѣйствіе сирены Оппельта, 2) приготовленіе молотка изъ ртути и забиваніе имъ гвоздя; д) демонстрированіе прибора, показывающаго неодинаковость коэффиціентовъ расширенія твердыхъ тѣлъ, е) демонстрированіе величины упругихъ силъ при охлажденіи и нагрѣваніи стального стержня (опытъ Тиндаля); ж) металлъ Вуда; з) Сегнерово колесо, приводимое въ дѣйствіе парами эфира; і) упрощенный воздушный резонаторъ; к) приспособленіе для полученія магнитныхъ спектровъ; л) горѣніе угольнаго порошка въ кислородѣ; м) демонстрированіе дешеваго препарата радія и фотографическихъ снимковъ, сдѣланныхъ съ его помощью. Кромѣ того, здѣсь же въ первой гимназіи приглашеннымъ стеклодувомъ Ѳ. Дубинскимъ были демонстрированы пріемы стеклодувнаго искусства: 1) разрѣзываніе трубокъ и бутылокъ; 2) выдуваніе шариковъ посреди трубки и на концѣ; 3) приготовленіе пробокъ, воронокъ и тройниковъ; 4) приготовленіе термометра; 5) приготовленіе частей крана (муфточки); 6) полученіе Батавскихъ слезокъ; 7) приготовленіе Плюкеровской трубки (впаиваніе платины, выкачиваніе воздуха ртутнымъ насосомъ и проба электрической машиной).

Второй день курсовъ начался докладомъ проф. І. І. Косоногова.—„Микроскопія и ультрамикроскопія“, прочтеннымъ въ физической аудиторіи университета. Свойства микроскопа характеризуются его „разрѣшающею способностью.“ Мѣрою этой способности служитъ то наименьшее разстояніе между двумя точками разсматриваемаго объекта, при которомъ съ помощью микроскопа еще удается видѣть ихъ раздѣльно. У самыхъ совершенныхъ современныхъ микроскоповъ разрѣшающая способность не превышаетъ 0,0001 миллиметра. Если въ наблюдаемомъ объемѣ включены зерна, поперечникъ коихъ меньше

0,0001 миллиметра, то современный микроскопъ не даетъ возможности ихъ обнаружить. Въ 1903 году Жигмонди и Зидентопфъ опубликовали свою работу, въ которой указали способъ, дающій возможность обнаружить присутствіе въ средѣ зеренъ даже въ томъ случаѣ, если размѣры ихъ достигаютъ 0,000006 миллиметра. Чтобы выяснить сущность этого способа, представимъ себѣ солнечный лучъ, пронизывающій пыльный воздухъ. Воздухъ-среда, пылинки-зерна. Если стать такъ, чтобы пучекъ свѣта попадалъ въ глазъ, то глазъ будетъ ослѣпленъ яркимъ свѣтомъ и никакихъ пылинокъ не увидитъ, но если смотрѣть на пучекъ сбоку, то въ глазъ будутъ попадать только лучи свѣта, отбрасываемые (разсѣиваемые) пылинками, и мы совершенно отчетливо увидимъ эти пылинки. Обратимся теперь къ микроскопу. Если мы положимъ на предметный столикъ, напр. кусокъ цвѣтного стекла, въ которомъ находятся мельчайшія включенія (зерна) и освѣтимъ его снизу, какъ обыкновенно дѣлается, то поле зрѣнія представится намъ ярко освѣщеннымъ, но никакихъ зеренъ мы не увидимъ. Жигмонди и Зидентопфу пришло на мысль освѣтить объектъ сбоку: результатъ оказался поразительный: въ микроскопъ попадали только лучи, отбрасываемые зернами, и каждому зерну соотвѣтствовалъ въ полѣ зрѣнія микроскопа свѣтлый кружечекъ на темномъ фонѣ. Имѣя возможность сосчитать число зеренъ, приходящихся на данный объемъ среды, и зная плотность и количество красящаго вещества, приходящееся на тотъ же объемъ, можно съ достаточною вѣроятностью подсчитать и размѣръ самыхъ зеренъ. Оказалось, что пріемъ этотъ даетъ возможность видѣть даже такія зерна, размѣры которыхъ не превышаютъ 0,000006 мм. Если примемъ во вниманіе, что предполагаемый размѣръ сложныхъ химическихъ молекулъ только въ 20 разъ меньше 0,000006 мм., то легко понять всю важность пріема Жигмонди и Зидентопфа. Послѣ доклада слушатели имѣли возможность наблюдать зерна при помощи демонстрированнаго докладчикомъ ультрамикроскопа Жигмонди и Зидентопфа.

Во второмъ докладѣ—„Законъ центра инерціи“, докладѣ, органически связанномъ съ докладомъ проф. П. В. Воронца, проф. Г. К. Сусловъ остановился на вполнѣ элементарномъ выводѣ этой важной теоремы механики и указалъ вытекающія изъ нея замѣчательныя слѣдствія.

Къ тремъ часамъ слушатели собрались въ Коллегіи Павла Галагана. Послѣ вступительныхъ словъ директора З. А. Архимовича, ознакомившаго собраніе съ исторіей возникновенія Коллегіи и ея уставомъ, нѣсколько отличающемся отъ устава гимназій, участники курсовъ прошли въ помѣщеніе столовой, гдѣ была устроена выставка волшебныхъ фонарей съ разнообразными источниками свѣта для нихъ, а также выставка приборовъ для практическхъ занятій учениковъ Коллегіи. Преп. А. Н. Яницкимъ были описаны источники свѣта: три типа спиртокалильныхъ горѣлокъ, горѣлка ацетиленовая и эфирокислородная, всѣ горѣлки были зажжены, указаны ихъ цѣны, источники пріобрѣтенія и сила свѣта. Затѣмъ А. Н. Яницкій ознакомилъ слушателей съ постановкою преподаванія физики въ Коллегіи: курсъ ведется тремя концентрами (планъ такого распредѣленія матеріала былъ розданъ присутствующимъ), практическія занятія ведутся, преимущественно на одинъ фронтъ, параллельно курсу. Затѣмъ посѣтители раздѣлились на двѣ группы, и каждой изъ нихъ въ отдѣльности были показаны слѣдующіе опыты и приборы: 1) монометрическіе огоньки Кенига, 2) свистокъ Гальтона, 3) лекціонный гальванометръ Эдельмана, 4) перерѣзываніе магнитнаго потока прямолинейнымъ проводникомъ, 5) шайба Гартля, 6) бипризма Винкельмана, 7) ртутная лампа Юитта и 8) движеніе ультрамикроскопическихъ частицъ золота и серебра на ультрамикроскопическомъ приспособленіи Коттона.

На третій день, 4 января, курсы открылись докладомъ проф. Г. Г. Де-Метца „О перемѣнныхъ токахъ“ въ физической аудиторіи университета. Какъ извѣстно, перемѣнный токъ все больше и больше проникаетъ въ жизнь, благодаря его техническимъ особенностямъ, а между тѣмъ свойства его еще мало извѣстны въ широкомъ кругу. Поэтому докладчикъ задался цѣлью иллюстрировать передъ собравшимися преподавателями всѣ сколько нибудь замѣчательныя особенности этого рода токовъ. Сначала онъ сдѣлалъ небольшое теоретическое введеніе, въ которомъ разобралъ особенности перемѣннаго тока и его характерные коэффиціенты, а затѣмъ произвелъ рядъ опытовъ: характеристика перемѣннаго тока помощью осциллографа Венельта и сдвигъ фазы отъ самоиндукціи или емкости; электролизъ подкисленной воды между платиновыми и свинцовыми электродами; электролитическій

клапанъ изъ свинца, алюминія и раствора углекислаго натра; электролитическій выпрямитель перемѣннаго тока на 15 амперъ, работающій городскимъ токомъ; полученный такимъ выпрямителемъ токъ освѣщалъ фонарь, при помощи котораго докладчикъ показалъ нѣсколько картинъ: термическій амперметръ Гартмана—Брауна, мультицеллюларный электрометръ Томсона, крутильный электродинамометръ Сименса—Гальске, тонометръ и фазометръ Гартмана—Брауна, кривыя колебаній конденсатора. Кромѣ того, было демонстрировано вліяніе самоиндукціи на сопротивленіе цѣпи, трансформація токовъ и явленія Томсона: отталкиваніе кольца и нагрѣваніе его, вращеніе желѣзнаго и мѣднаго дисковъ; образованіе многофазныхъ токовъ и вращеніе двухфазныхъ моторовъ. Въ заключеніе было показано различіе освѣщенія вольтовой дугой при питаніи ея постояннымъ и перемѣннымъ токомъ.

Въ часъ дня слушатели собрались въ физическій кабинетъ III гимназіи, гдѣ препод. В. И. Юскевичемъ—Красковскимъ былъ показанъ опытъ съ трубочкою, наполненною сѣрнымъ эфиромъ, для наблюденія явленій при температурѣ, близкой къ критической; при этомъ имъ былъ изложенъ краткій историческій ходъ изслѣдованій, приведшихъ къ современнымъ взглядамъ на газы; тутъ-же попутно было произведено сгущеніе аміака въ трубкѣ Фарадея. Затѣмъ В. И. Юскевичемъ—Красковскимъ былъ демонстрированъ рядъ опытовъ: 1) обращеніе спектральной линіи натрія, 2) передача лучистой теплоты зеркалами Пикте на разстояніи 15 метровъ, 3) передача лучистой электрической энергіи зеркалами Герца на разстояніи около 5 метровъ, 4) передача давленія въ жидкостяхъ по всѣмъ направленіямъ, 5) полученіе различныхъ давленій отъ одного и того же количества жидкости, 6) приборъ для опредѣленія наибольшей плотности воды, 7) приборъ для наблюденія расширенія воды при замерзаніи, 8) приборъ для опредѣленія удѣльнаго вѣса жидкостей, 9) термоэлектрическая баттарея Гюльхера и ея приложенія. Кромѣ того, въ сосѣднемъ съ физическимъ кабинетомъ залѣ были выставлены для обозрѣнія приборы: 1) масляный воздушный насосъ, 2) скомбинированный гальванометръ, амперметръ и вольтметръ работы Гартмана—Брауна, 3) демонстративный реостатъ его же, 4) электромагнитъ для наблюденія магнитныхъ и діамагнитныхъ явленій, 5) приборъ Лепина и Маше

для опредѣленія коэффиціента линейнаго расширенія металлическихъ прутьевъ, 6) воздушный термометръ работы мѣстнаго механика Шомполова, 7) калориметръ Реньо работы Шомполова, 8) шкала пустотъ Мюллера-Ури.

Вечеромъ съ 5 часовъ производился осмотръ физическаго кабинета II гимназіи, причемъ препод. Г. Н. Флоринскимъ былъ показанъ рядъ слѣдующихъ опытовъ и приборовъ: 1) алюминіевый выпрямитель перемѣннаго тока, 2) призма à vision directe съ большою дисперсіею, 3) вольтметръ для измѣреній отъ 0,1 до 3 вольтъ и, съ добавочнымъ сопротивленіемъ, отъ 1 до 30 вольтъ, 4) амперметръ для токовъ отъ 0,2 до 2 амперъ, и съ шунтомъ, отъ 2 до 10 амперъ, 5) демонстративный реостатъ съ мостикомъ Витсона, 6) „вакуумъ-шкала" изъ 6 трубокъ съ воздухомъ различныхъ степеней разрѣженія для наблюденія свѣтовыхъ явленій, обусловленныхъ электрическими разрядами, 7) трубки для наблюденія свойствъ катодныхъ лучей, 8) безпроволочный телеграфъ, 9) электромагнитный звонокъ съ прикрѣпленной къ прерывателю тонкой резиновой трубкой для наблюденія стоячихъ волнъ, 10) металлическій колоколъ съ зеркальцемъ для наблюденія звуковыхъ колебаній по способу Лиссажу.

Затѣмъ въ 7 часовъ вечера въ физической аудиторіи университета состоялся докладъ проф. Г. К. Суслова—„Законъ моментовъ"—Докладчикъ путемъ элементарныхъ соображеній вывелъ этотъ законъ изъ понятія о главномъ моментѣ количествъ движенія и о геометрической производной, затѣмъ онъ примѣнилъ этотъ законъ къ объясненію такъ называемаго гироскопическаго парадокса (движеніе гироскоповъ), а также къ поясненію обстоятельствъ движенія брошенной внизъ спиной кошки. Вопросъ о томъ, какимъ образомъ кошка переворачивается, падая всегда на ноги, далъ поводъ въ 1894 году появленію ряда сообщеній въ трехъ засѣданіяхъ Парижской академіи наукъ. Французскіе математики (П. Аппель, М. Леви и др.) дали должное механическое рѣшеніе этого вопроса, показавъ, что здѣсь законъ сохраненія моментовъ не нарушается, если вести разсужденія надлежащимъ образомъ и принять во вниманіе, что разсматриваемая механическая система (тѣло кошки) деформируется. Въ концѣ доклада были показаны нѣсколько опытовъ съ машиною Теплера, рядъ своеобразныхъ движеній гироскоповъ (стрефоскопъ Грюэ) и фотографіи Марея съ падающей кошки.

Послѣдній день курсовъ, 5 января, открылся чтеніемъ въ физической аудиторіи университета доклада проф. І. І. Косоногова — „Объ электронахъ“. — Изслѣдуя разложеніе растворовъ солей электрическимъ токомъ (электролизъ), Фарадей пришелъ къ заключенію, что съ даннымъ количествомъ вещества (напр. водорода) связанъ строго опредѣленный, всегда одинаковый электрическій зарядъ. Зная массу атома водорода и присущій ему зарядъ и выражая эту массу въ граммахъ, а зарядъ въ принятыхъ наукой т. н. абсолютныхъ электромагнитныхъ единицахъ, легко найти отношеніе чиселъ, выражающихъ массу атома и присущій ему электрическій зарядъ. Это отношеніе для водорода приблизительно равно 10000. Процессъ прохода тока черезъ растворъ солей представляется въ такомъ видѣ: въ растворѣ имѣются частицы двухъ родовъ — однѣ заряжены положительнымъ электричествомъ, другія — отрицательнымъ; первыя перемѣщаются къ отрицательному электроду баттареи, неся на себѣ положительные заряды — онѣ называются положительными іонами, — вторыя перемѣщаются къ положительному электроду, несутъ на себѣ отрицательные заряды и называются отрицательными іонами. Изслѣдованія прохожденія электрическаго тока черезъ газъ привели къ заключенію, что и здѣсь происходитъ аналогичный процессъ: частица газа расщепляется на два тѣльца, изъ коихъ одно заряжено положительно, а другое отрицательно. Эти тѣльца, перемѣщаясь въ противоположныхъ направленіяхъ, переносятъ съ собою соотвѣтственные заряды ко впаяннымъ въ трубку съ газомъ электродамъ. Отношеніе массы этихъ тѣлецъ къ ихъ зарядамъ для положительныхъ частицъ того же порядка, что и для іоновъ въ электролитахъ, но для отрицательныхъ частицъ почти въ 1000 разъ меньше. Ближайшее иcлѣдованіе вопроса показало, что въ послѣднемъ случаѣ зарядъ такой же, какъ и у іонныхъ частицъ, но масса этихъ отрицательныхъ тѣлецъ почти въ 1000 разъ меньше атома водорода. Частицы эти были названы электронами. Такимъ образомъ составилось слѣдующее представленіе — атомъ простого (не химически составного) газа имѣетъ сложное строеніе и состоитъ, по крайней мѣрѣ, изъ двухъ тѣлецъ: одного большого, заряженнаго положительно, — іона, другого значительно меньшаго, заряженнаго отрицательно, — электрона; вдвоемъ эти тѣльца образуютъ электрически нейтральный атомъ, въ которомъ малое тѣльце вращается около

большого съ значительною скоростью, подобно тому, какъ планета движется вокругъ солнца. Подъ дѣйствіемъ электрической силы атомъ расщепляется на іонъ и электронъ, которые являются носителями электричества и обусловливаютъ собою электрическій токъ. Въ концѣ доклада былъ демонстрированъ препаратъ радія, его вліяніе на заряды и на флуоресцирующія вещества; затѣмъ былъ показанъ рядъ опытовъ, подтверждающихъ положенія теоріи и задуманныхъ такъ, что выполненіе ихъ не требуетъ сложныхъ приспособленій.

Къ двумъ часамъ слушатели курсовъ собрались въ физической аудиторіи Кіевскаго политехнич. института, гдѣ проф. Г. Г. Де-Метцъ намѣтилъ планъ осмотра обширныхъ помѣщеній этого института. Участникамъ курсовъ были открыты для обозрѣнія музей и всѣ лабораторіи—измѣрительная, холодная и проч. Кромѣ того, въ аудиторіи были продемонстрированы ассистентомъ А. Н. Динникомъ опыты съ жидкимъ воздухомъ и проф. Г. Г. Де-Метцомъ—колебанія маятника Фуко работы Эдельмана съ оптическимъ указателемъ, колебанія жидкаго и твердаго тѣла на упругой закручивающейся проволокѣ, опыты Зейбта по резонансу электрическихъ колебаній, цвѣтныя фотографіи Липпмана и Нейгауза. Наконецъ, въ препараторской и въ лабораторіи точныхъ измѣреній были показаны опыты съ мерцающимъ фотометромъ работы Шмидта-Генча, съ индикаторомъ Лейсса двойного лучепреломленія въ исландскомъ шпатѣ, съ криптоловымъ реостатомъ. При обзорѣ лабораторій объясненія давали лаборанты А. Н. Динникъ, П. И. Холодный, Л. І. Кордышъ и Н. А. Терменъ. Въ аудиторіи и препараторской опыты были подготовлены А. Е. Любанскимъ.

Послѣ осмотра физическаго института группа слушателей осматривала подъ руководствомъ проф. Н. А. Артемьева электротехническую лабораторію, гдѣ были демонстрированы опыты съ токами высокаго напряженія.

На послѣднемъ общемъ собраніи въ физической аудиторіи университета въ 6 час. вечера преп. С. П. Слѣсаревскимъ была показана серія фотографическихъ снимковъ различнаго рода электрическихъ разрядовъ, послѣ чего проф. Г. К. Сусловъ закрылъ курсы, высказавъ надежду, что слушатели провели это время не безплодно и напомнилъ, что общеніе слушателей другъ съ другомъ и ихъ университетскимъ центромъ можетъ быть

поддерживаемо непрерывно съ одной стороны благодаря печатному органу—„Физическое Обозрѣніе“, издаваемому проф. Г. Г. Де-Метцомъ, а съ другой стороны благодаря Кіевскому физико-математическому обществу при университетѣ св. Владиміра, всегда охотно идущему на встрѣчу всякимъ запросамъ какъ научнаго, такъ и педагогическаго характера.

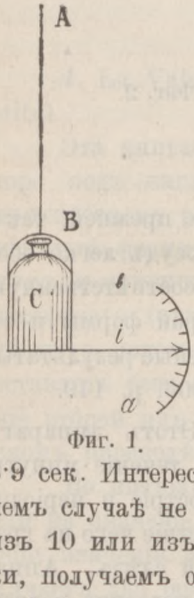
Въ теченіе четырехъ дней слушатели были заняты крайне интенсивно: слушаніе докладовъ смѣнялось почти непосредственно посѣщеніемъ физическихъ кабинетовъ, которое затягивалось далеко за назначенные по росписанію сроки. Особенно было замѣтно оживленіе среди провинціальныхъ педагоговъ—собирались всевозможныя литературныя справки, указанія относительно пригодности и доступности того или другого прибора и пр. Участникамъ курсовъ раздавались каталоги фирмы Трындина въ Москвѣ, а также описанія и снимки съ учебныхъ приборовъ извѣстнаго физика-педагога Б. Ю. Кольбе, которому постороннія обстоятельства помѣшали прибыть въ Кіевъ и который просилъ проф. Г. Г. Де-Метца передать участникамъ курсовъ душевный привѣтъ и горячее пожеланіе успѣха.

Доклады, прочитанные на каникулярныхъ курсахъ, описанія важнѣйшихъ демонстрацій, списки задачъ, поставленныхъ на практическихъ занятіяхъ и т. п. организаціонная коммиссія курсовъ предполагаетъ издать въ непродолжительномъ времени въ видѣ особаго сборника. О срокѣ выхода этого сборника въ свѣтъ будетъ объявлено своевременно.

Кіевъ, 14 января 1907 г.

Физическій кабинетъ.

5. *Колебаніе твердаго и жидкаго тѣлъ.* Весьма интересное явленіе представляетъ собою наблюденіе колебаній твердаго и жидкаго тѣлъ, послѣдовательно подвѣшимаемыхъ на одной и той же упругой проволокѣ. Твердое тѣло качается очень долго, а жидкое очень коротко. Въ очень наглядной формѣ этотъ опытъ налаженъ въ физическомъ кабинетѣ Университета св. Владиміра. На стальной проволокѣ *AB*, фиг. 1, въ 67 cm. длиною и 0·45 mm. въ діаметрѣ, за металлическую дугу подвѣшана жестянка *C*. Діаметръ жестянки около 10·5 cm., а вмѣстимость ея около 2 литровъ. Когда жестянка наполнена пескомъ, то вся система колеблется около 100 минутъ и амплитуды затухаютъ медленно при періодѣ одного простого колебанія въ 6·6 сек. Когда же жестянка наполнена водою, такъ что вѣсъ ея съ водою равенъ вѣсу ея съ пескомъ (1 kgr.), то колебанія очень быстро загасаютъ, амплитуды скоро уменьшаются и періодъ одного простого колебанія падаетъ до 3·9 сек. Интересно отмѣтить, что всѣхъ колебаній въ послѣднемъ случаѣ не болѣе 15 и что періодъ колебанія, найденный изъ 10 или изъ 5 колебаній, тотъ-же. Выливъ воду изъ жестянки, получаемъ опять очень продолжительныя колебанія уже пустой банки. За колебаніями легко слѣдить по указателю *i*, перемѣщающемуся вдоль раздѣленной дуги *ab*.



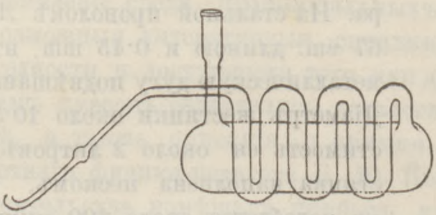
Фиг. 1.

2. *Новый экранъ для X—лучей.* Фабрика Бухлера въ Брауншвейгѣ выпустила въ продажу новый препаратъ сѣрнистаго цинка, помощью котораго можно приготовить замѣчательные экраны для изслѣдованія X-лучей. Новые экраны обладаютъ не только всѣми знакомыми намъ свойствами дорогихъ экрановъ изъ ціанистой платины и барія, но еще и новыми: они сохраняютъ изображеніе около пяти минутъ по прекращеніи дѣйствія X—лучей. Это свойство зависитъ отъ сильной фосфоресценціи сѣрнистаго цинка.

Чтобы быстро уничтожить старое изображеніе, достаточно подѣйствовать на экранъ сѣрнистаго цинка тепловыми лучами лампочки накаливанія. По изслѣдованіямъ Даннеберга стоимость новаго экрана равна четверти стоимости экрана изъ ціанистой платины и барія, а самый экранъ сравнительно съ послѣднимъ обладаетъ многими преимуществами.

Elektrotechniche Zeitschrift, 1906, p. 1021.

3. *Видоизмѣненіе аппарата В. Мейера для опредѣленія плотности пара.* Гаррингтонъ придалъ длинной вертикальной трубкѣ Мейера форму, указанную на фиг. 2-й.



Фиг. 2.

Эта форма безъ всякаго сомнѣнія удобнѣе прежней, такъ какъ трубка занимаетъ мало мѣста, а весь сосудъ легко обогрѣть до любой температуры, помѣстивъ его въ соотвѣтственную ванну. Сравнительные опыты съ сосудами старой формы и съ сосудами новой формы дали Гаррингтону прекрасные результаты.

Deutsche Mechaniker Zeitung, 1906, p. 149.

4. *Гравировальный аппаратъ „Матадоръ“.* Этотъ аппаратъ состоитъ изъ часоваго механизма, который въ теченіе минуты приводитъ въ быстрое движеніе гравирующее остріе и періодически производитъ на него легкіе удары, вслѣдствіе чего на гравируемой поверхности остается соотвѣтственный слѣдъ. Аппаратомъ пользуются какъ карандашемъ и имъ медленно водятъ по гравируемой поверхности. Стоимость его 6·50 марокъ у Alexander Cohius'a, Berlin, Ritterstrasse, 113.

Deutsche Mechaniker Zeitung 1906, p. 161.

5. *Улучшаетъ-ли политура изоляцію дерева?* Этимъ вопросомъ недавно занялся инженеръ Вернике. Изслѣдовавъ съ напряженіями до 9000 вольтъ образцы сухого и влажнаго орѣховаго, дубоваго и кленоваго дерева, онъ пришелъ къ заключенію, что политура очень мало повышаетъ изоляцію дерева, и вмѣстѣ съ тѣмъ замѣтилъ, что въ неполированномъ деревѣ напряженіе въ теченіе нѣсколькихъ минутъ просто падаетъ до нуля, а въ по-

лированномъ паденіе напряженія часто сопровождается пробиваніемъ и воспламененіемъ его. E. T. Z. 1906. p. 472.

Къ этимъ наблюденіямъ интересно прибавить слѣдующія данныя Дорна относительно сопротивленія дерева разныхъ породъ. Изъ его измѣреній оказалось, что сопротивленіе итальянскаго тополя равно 802·3 ± 1·9 ома, а сопротивленіе грушеваго дерева равно 6447 ± 23 ома. Электричество, 1906, p. 101.

Библіографія.

1. La Valeur de la Science par H. Poincaré, Membre de l'Institut.

Эта книга, подобно раньше появившейся книгѣ того же автора подъ заглавіемъ: „La Science et l'Hypothèse", посвящена критическому разбору основныхъ понятій точнаго знанія. Знаменитый французскій теоретикъ выказалъ себя въ нихъ глубокимъ и оригинальнымъ мыслителемъ въ области вопросовъ философскаго характера. Всякій, кто задавалъ себѣ вопросъ о смыслѣ тѣхъ положеній, изъ которыхъ исходитъ наука, не долженъ оставлять безъ вниманія этихъ книгъ. Укажу вкратцѣ содержаніе второй изъ нихъ, которая кстати недавно появилась въ русскомъ переводѣ.

Во введеніи авторъ даетъ блестящее резюме своихъ воззрѣній на значеніе науки и ея цѣль. Первая глава посвящена разбору значенія интуиціи и логики въ математикѣ. Авторъ различаетъ два рода математическихъ умовъ: аналитиковъ и геометровъ. Первые главнымъ образомъ руководятся логикой, вторые—интуиціей. Одна лишь логика можетъ доставить разсужденіямъ полную строгость. Однако и роль интуиціи велика: она служитъ орудіемъ открытія новыхъ истинъ. Даже чисто логическіе умы не обходятся безъ интуиціи: послѣдняя интуиція, которой нельзя удалить изъ математики, есть интуиція чистаго числа. Весьма поучительна вторая глава, посвященная вопросу объ измѣреніи времени. Въ началѣ авторъ утверждаетъ, что намъ дано лишь психологическое время, изъ него мы желаемъ построить „научное и физическое время". При этомъ возника-

ютъ разнообразныя трудности: главная изъ нихъ заключается въ томъ, что мы не имѣемъ непосредственной интуиціи равенства двухъ промежутковъ времени и одновременности двухъ событій. Окончательно авторъ приходитъ къ выводу, что, одновременность двухъ явленій, порядокъ ихъ послѣдовательности, равенство двухъ промежутковъ времени должны быть опредѣлены такъ, чтобы выраженіе законовъ природы было по возможности проще. Третья и четвертая главы трактуютъ о пространствѣ. Авторъ развиваетъ здѣсь мысли, высказанныя въ прежнемъ его сочиненіи: „La Science et l'Hypothèse“. Исходною точкою ему служитъ понятіе о физической непрерывности (continuum). Вопросъ заключается въ томъ, сколько она имѣетъ измѣреній. Изъ физической непрерывности образуется понятіе о пространствѣ, главнымъ образомъ благодаря движеніямъ нашего тѣла и связаннымъ съ ними мускульнымъ ощущеніямъ. Важную роль здѣсь играютъ также зрительныя ощущенія. Изъ всей связи опытовъ вытекаетъ, что удобнѣе всего приписать пространству три измѣренія. На вопросъ: возможно ли себѣ представить, чтобы иные результаты опытовъ заставили насъ приписать пространству болѣе трехъ измѣреній, авторъ даетъ утвердительный отвѣтъ. Далѣе авторъ переходитъ къ физическимъ наукамъ и въ пятой главѣ разсматриваетъ соотношеніе между математическимъ анализомъ и физикой. Для послѣдней математика доставляетъ свой языкъ—незамѣнимое орудіе мысли. Съ другой стороны физика не только предлагаетъ математикѣ рядъ задачъ, но и даетъ возможность предвидѣть ихъ рѣшеніе. Въ шестой главѣ рѣчь идетъ о значеніи астрономіи: ея неоцѣнимая заслуга предъ человѣчествомъ въ томъ, что она впервые ввела въ сознаніе понятіе о неизмѣнной закономѣрности природы. „Подъ вѣчно облачнымъ и лишеннымъ звѣздъ небомъ сама земля осталась бы для насъ навѣки непонятной“.

Особому вниманію мы рекомендуемъ слѣдующія три главы, посвященныя математической физикѣ. Здѣсь мы встрѣчаемъ чуть ли не единственную въ литературѣ критическую оцѣнку тѣхъ трудностей, которыя возникаютъ при стремленіи согласовать съ принципами механики современную теорію электромагнитныхъ явленій. Къ сожалѣнію, авторъ недостаточно развиваетъ этотъ важный и трудный предметъ. Прежде всего онъ констатируетъ, что математическая физика переживаетъ теперь

серьезный кризисъ; для уясненія его необходимо обратиться къ исторіи. Математическая физика возникла изъ небесной механики и вначалѣ чрезвычайно на нее походила. Предполагалось, что тѣла составлены изъ частицъ, дѣйствующихъ другъ на друга съ силами, пропорціональными нѣкоторой степени ихъ разстоянія. Эту фазу въ исторіи физики Пуанкаре называетъ „физикой центральныхъ силъ". Въ дальнѣйшемъ физика вступила во вторую, еще и теперь продолжающуюся, фазу физики принциповъ. Ученые отказались отъ мысли проникнуть въ детали структуры міра и для уясненія связи явленій стали пользоваться нѣсколькими общими принципами, каковы законы сохраненія массы и энергіи, принципъ Карно и т. д. Въ настоящее время эти принципы находятся въ опасности, за исключеніемъ развѣ принципа наименьшаго дѣйствія. Противъ принципа Карно говоритъ Броуново движеніе*). Принципъ относительности движенія подвергается опасности, такъ какъ нѣкоторыя электрическія явленія должны зависѣть отъ абсолютнаго движенія, хотя опытъ этого и не подтверждаетъ. Законъ равенства дѣйствія и противодѣйствія совершенно несогласуемъ съ основами теоріи электроновъ. Тоже имѣетъ мѣсто относительно закона сохраненія массы, такъ какъ масса электрона есть функція скорости его движенія.—Быть можетъ, придется построить механику на новыхъ, болѣе общихъ началахъ, въ рамки которыхъ уложатся новыя идеи. Возможно и то, что будетъ найденъ выходъ изъ трудностей, не разрывая связи съ принятыми основами механики.

Послѣднія двѣ главы книги трактуютъ объ объективномъ значеніи науки. Авторъ критикуетъ номиналистическія воззрѣнія Ле Рея, согласно коимъ основныя понятія науки представляютъ совершенно произвольныя условія. Точка зрѣнія автора можетъ быть резюмирована такъ: единственная объективная реальность, намъ доступная—это соотношенія вещей, благодаря которымъ происходитъ всеобщая согласованность явленій.

Мы видимъ, сколь богато содержаніе книги. Не со всѣми выводами автора можно согласиться; однако трудно найти другую подобную книгу, которая въ той же степени пробуждала бы критическое отношеніе къ тому, что вошло въ обычай прини-

*) Этому едва ли можно приписать вѣское значеніе.

мать на вѣру. Добавимъ, что изложена она живымъ и образнымъ языкомъ.

Ч. Бялобржевскій.

2. *Bruno Kolbe.* Ueber quantitative (messende) physikalische Versuche an Mittelschulen. St. Annenschule in St. Petersburg, 1906, 21 S.

Въ этой брошюрѣ Б. Ю. Кольбе дѣлаетъ попытку собрать матеріалъ для рѣшенія вопроса о томъ, какого характера должны быть упражненія въ нашей средней школѣ: качественнаго или количественнаго, т. е. измѣрительнаго. Желая придать своему рѣшенію извѣстный отпечатокъ авторитетности, Б. Ю. Кольбе обратился съ соотвѣтствующими письмами къ ряду русскихъ и иностранныхъ физиковъ, прося отвѣта на поставленные вопросы.

На основаніи своего опыта и произведенной анкеты Б. Ю. Кольбе высказываетъ слѣдующія положенія:

1. Практическія занятія въ средней школѣ безусловно необходимы.

2. Въ предѣлахъ программы и подготовленности учениковъ должны быть допущены упражненія измѣрительнаго характера.

3. Программы преподаванія должны нормировать не максимумъ его, а минимумъ, и этотъ минимумъ долженъ быть достигнутъ.

4. Внутри извѣстныхъ предѣловъ преподавателю должна быть предоставлена индивидуальная свобода.

Въ этой же брошюрѣ Б. Ю. Кольбе приводитъ рядъ рѣшенныхъ его учениками измѣрительныхъ задачъ и намѣчаетъ программу подобныхъ занятій изъ механики, теплоты, оптики, магнитизма и электричества. Лицамъ, интересующимся введеніемъ практическихъ занятій въ нашу среднюю школу, мы рекомендуемъ подробно ознакомиться съ этимъ новымъ трудомъ Б. Ю. Кольбе.

Г. Де-Метцъ.